

## PCT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION CONCERNING  
SUBMISSION OR TRANSMITTAL  
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU


To:

ISHIHARA, Shoji  
No. 302, Wakai Building  
7-8, Higashi-Ikebukuro 3-chome  
Toshima-ku  
Tokyo 170-0013  
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 20 November 2000 (20.11.00)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 75730-P-PCT	
International application No. PCT/JP00/06406	International filing date (day/month/year) 20 September 2000 (20.09.00)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 29 September 1999 (29.09.99)
Applicant SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD. et al	

- The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
- This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
- An asterisk(\*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
- The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
29 Sept 1999 (29.09.99)	11/277255	JP	15 Nove 2000 (15.11.00)

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer S. Mandallaz  Telephone No. (41-22) 338.83.38
--	---

PCT

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE  
COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL  
APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

ISHIHARA, Shoji  
No. 302, Wakai Building  
7-8, Higashi-Ikebukuro 3-chome  
Toshima-ku  
Tokyo 170-0013  
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 05 April 2001 (05.04.01)		IMPORTANT NOTICE	
Applicant's or agent's file reference 75730-P-PCT			
International application No. PCT/JP00/06406	International filing date (day/month/year) 20 September 2000 (20.09.00)	Priority date (day/month/year) 29 September 1999 (29.09.99)	
Applicant SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD. et al			

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:  
KR,US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:  
EP

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on  
05 April 2001 (05.04.01) under No. WO 01/23649

**REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)**

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a demand for international preliminary examination must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

**REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))**

If the applicant wishes to proceed with the international application in the national phase, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer  J. Zahra
Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Telephone No. (41-22) 338.83.38

## PCT COOPERATION TREA

PCT

NOTIFICATION OF RECEIPT OF  
RECORD COPY

(PCT Rule 24.2(a))

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

ISHIHARA, Shoji  
No. 302, Wakai Building  
7-8, Higashi-Ikebukuro 3-chome  
Toshima-ku  
Tokyo 170-0013  
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 18 October 2000 (18.10.00)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 75730-P-PCT	International application No. PCT/JP00/06406

The applicant is hereby notified that the International Bureau has received the record copy of the international application as detailed below.

Name(s) of the applicant(s) and State(s) for which they are applicants:

SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD. (for all designated States except US)  
MARUYAMA, Fumiaki et al (for US)

International filing date : 20 September 2000 (20.09.00)  
Priority date(s) claimed : 29 September 1999 (29.09.99)  
Date of receipt of the record copy  
by the International Bureau : 06 October 2000 (06.10.00)  
List of designated Offices :

EP : AT,BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE  
National : KR,US

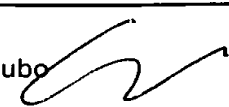
## ATTENTION

The applicant should carefully check the data appearing in this Notification. In case of any discrepancy between these data and the indications in the international application, the applicant should immediately inform the International Bureau.

In addition, the applicant's attention is drawn to the information contained in the Annex, relating to:

- ☒ time limits for entry into the national phase  
☒ confirmation of precautionary designations  
☒ requirements regarding priority documents

A copy of this Notification is being sent to the receiving Office and to the International Searching Authority.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland  Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer:  Susumu Kubo   Telephone No. (41-22) 338.83.38
--	---

## INFORMATION ON TIME LIMITS FOR ENTERING THE NATIONAL PHASE

The applicant is reminded that the "national phase" must be entered before each of the designated Offices indicated in the Notification of Receipt of Record Copy (Form PCT/IB/301) by paying national fees and furnishing translations, as prescribed by the applicable national laws.

The time limit for performing these procedural acts is **20 MONTHS** from the priority date or, for those designated States which the applicant elects in a demand for international preliminary examination or in a later election, **30 MONTHS** from the priority date, provided that the election is made before the expiration of 19 months from the priority date. Some designated (or elected) Offices have fixed time limits which expire even later than 20 or 30 months from the priority date. In other Offices an extension of time or grace period, in some cases upon payment of an additional fee, is available.

In addition to these procedural acts, the applicant may also have to comply with other special requirements applicable in certain Offices. **It is the applicant's responsibility** to ensure that the necessary steps to enter the national phase are taken in a timely fashion. Most designated Offices do not issue reminders to applicants in connection with the entry into the national phase.

**For detailed information about the procedural acts to be performed to enter the national phase before each designated Office, the applicable time limits and possible extensions of time or grace periods, and any other requirements, see the relevant Chapters of Volume II of the PCT Applicant's Guide. Information about the requirements for filing a demand for international preliminary examination is set out in Chapter IX of Volume I of the PCT Applicant's Guide.**

GR and ES became bound by PCT Chapter II on 7 September 1996 and 6 September 1997, respectively, and may, therefore, be elected in a demand or a later election filed on or after 7 September 1996 and 6 September 1997, respectively, regardless of the filing date of the international application. (See second paragraph above.)

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

## CONFIRMATION OF PRECAUTIONARY DESIGNATIONS

This notification lists only specific designations made under Rule 4.9(a) in the request. It is important to check that these designations are correct. Errors in designations can be corrected where precautionary designations have been made under Rule 4.9(b). The applicant is hereby reminded that any precautionary designations may be confirmed according to Rule 4.9(c) before the expiration of 15 months from the priority date. If it is not confirmed, it will automatically be regarded as withdrawn by the applicant. There will be no reminder and no invitation. Confirmation of a designation consists of the filing of a notice specifying the designated State concerned (with an indication of the kind of protection or treatment desired) and the payment of the designation and confirmation fees. Confirmation must reach the receiving Office within the 15-month time limit.

## REQUIREMENTS REGARDING PRIORITY DOCUMENTS

For applicants who have not yet complied with the requirements regarding priority documents, the following is recalled.

Where the priority of an earlier national, regional or international application is claimed, the applicant must submit a copy of the said earlier application, certified by the authority with which it was filed ("the priority document") to the receiving Office (which will transmit it to the International Bureau) or directly to the International Bureau, before the expiration of 16 months from the priority date, provided that any such priority document may still be submitted to the International Bureau before that date of international publication of the international application, in which case that document will be considered to have been received by the International Bureau on the last day of the 16-month time limit (Rule 17.1(a)).

Where the priority document is issued by the receiving Office, the applicant may, instead of submitting the priority document, request the receiving Office to prepare and transmit the priority document to the International Bureau. Such request must be made before the expiration of the 16-month time limit and may be subjected by the receiving Office to the payment of a fee (Rule 17.1(b)).

If the priority document concerned is not submitted to the International Bureau or if the request to the receiving Office to prepare and transmit the priority document has not been made (and the corresponding fee, if any, paid) within the applicable time limit indicated under the preceding paragraphs, any designated State may disregard the priority claim, provided that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

Where several priorities are claimed, the priority date to be considered for the purposes of computing the 16-month time limit is the filing date of the earliest application whose priority is claimed.

特許協力条約に基づく国際願

願 書

出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。

国際出願番号	受理番号記入欄
国際出願日	PCT
(受付印)	20.9.00
	受領印

出願人又は代理人の書類記号  
(希望する場合、最大12字)

75730-P-PCT

第 I 欄 発明の名称

ウェーハ、エピタキシャルウェーハ及びそれらの製造方法

第 II 欄 出願人

氏名(名称)及びあて名:(姓・名の順に記載;法人は公式の完全な名称を記載;あて名は郵便番号及び国名も記載)

信越半導体株式会社 SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.  
〒100-0005 日本国東京都千代田区丸の内一丁目4番2号  
4-2, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0005, JAPAN

☐ この欄に記載した者は、  
発明者でもある。

電話番号:

03-3214-1834

ファクシミリ番号:

03-3214-1883

加入電話番号:

国籍(国名): 日本国 JAPAN

住所(国名): 日本国 JAPAN

この欄に記載した者は、次の  
指定国についての出願人である:

☐ すべての指定国

☒ 米国を除くすべての指定国

☐ 米国のみ

☐ 追記欄に記載した指定国

第 III 欄 その他の出願人又は発明者

氏名(名称)及びあて名:(姓・名の順に記載;法人は公式の完全な名称を記載;あて名は郵便番号及び国名も記載)

丸山文明 MARUYAMA Fumiaki  
〒370-3533 日本国群馬県群馬郡群馬町保渡田2174番地1  
三益半導体工業株式会社 半導体事業部内  
c/o MIMASU SEMICONDUCTOR INDUSTRY CO., LTD.,  
Semiconductor Division, 2174-1, Hodota, Gunma-machi, Gunma-gun,  
Gunma 370-3533, JAPAN

この欄に記載した者は  
次に該当する:

☐ 出願人のみである。

☒ 出願人及び発明者である。

☐ 発明者のみである。  
(ここにレ印を付したとき  
は、以下に記入しないこと)

国籍(国名): 日本国 JAPAN

住所(国名): 日本国 JAPAN

この欄に記載した者は、次の  
指定国についての出願人である:

☐ すべての指定国

☐ 米国を除くすべての指定国

☒ 米国のみ

☐ 追記欄に記載した指定国

☒ その他の出願人又は発明者が続集に記載されている。

第 IV 欄 代理人又は共通の代表者、通知のあて名

次に記載された者は、国際機関において出願人のために行動する:

☒ 代理人

☐ 共通の代表者

氏名(名称)及びあて名:(姓・名の順に記載;法人は公式の完全な名称を記載;あて名は郵便番号及び国名も記載)

8023 弁理士 石原 詔二 ISHIHARA Shoji  
〒170-0013 日本国東京都豊島区東池袋3丁目7番8号  
若井ビル302号  
No. 302, Wakai Bldg., 7-8, Higashi-Ikebukuro 3-chome,  
Toshima-ku, Tokyo 170-0013, JAPAN

電話番号:

03-5951-0791

ファクシミリ番号:

03-5951-0792

加入電話番号:

☐ 通知のためのあて名:代理人又は共通の代表者が選任されておらず、上記枠内に特に通知が送付されるあて名を記載している場合は、レ印を付す。

## 第 III 欄の続き その他の出願人又は発明者

この続表を使用しないときは、この用紙を願書に含めないこと。

氏名（名称）及びあて名：（姓・名の順に記載；法人は公式の完全な名称を記載；あて名は郵便番号及び国名も記載）

内 藤 直 樹 NAITO Naoki

〒961-8061 日本国福島県西白河郡西郷村大字小田倉字大平 1 5 0

信越半導体株式会社 白河工場内

c/o SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD., Shirakawa Plant,  
150, Aza Ohira, Oaza Odakura, Nishigo-mura, Nishishirakawa-gun,  
Fukushima 961-8061, JAPANこの欄に記載した者は、  
次に該当する：☐ 出願人のみである。☒ 出願人及び発明者である。☐ 発明者のみである。  
（ここにレ印を付したとき  
は、以下に記入しないこと）

国籍（国名）： 日本国 JAPAN

住所（国名）： 日本国 JAPAN

この欄に記載した者は、次の

指定国についての出願人である： ☐ すべての指定国 ☐ 米国を除くすべての指定国 ☒ 米国のみ ☐ 追記欄に記載した指定国

氏名（名称）及びあて名：（姓・名の順に記載；法人は公式の完全な名称を記載；あて名は郵便番号及び国名も記載）

内 山 敦 雄 UCHIYAMA Atsuo

〒387-0000 日本国長野県更埴市大字屋代 1 3 9 3 番地

長野電子工業株式会社内

c/o NAGANO DENSHI CO., LTD., 1393, Oaza Yashiro, Kosyoku-shi,  
Nagano 387-0000, JAPANこの欄に記載した者は、  
次に該当する：☐ 出願人のみである。☒ 出願人及び発明者である。☐ 発明者のみである。  
（ここにレ印を付したとき  
は、以下に記入しないこと）

国籍（国名）： 日本国 JAPAN

住所（国名）： 日本国 JAPAN

この欄に記載した者は、次の

指定国についての出願人である： ☐ すべての指定国 ☐ 米国を除くすべての指定国 ☒ 米国のみ ☐ 追記欄に記載した指定国

氏名（名称）及びあて名：（姓・名の順に記載；法人は公式の完全な名称を記載；あて名は郵便番号及び国名も記載）

この欄に記載した者は、  
次に該当する：☐ 出願人のみである。☐ 出願人及び発明者である。☐ 発明者のみである。  
（ここにレ印を付したとき  
は、以下に記入しないこと）

国籍（国名）：

住所（国名）：

この欄に記載した者は、次の

指定国についての出願人である： ☐ すべての指定国 ☐ 米国を除くすべての指定国 ☐ 米国のみ ☐ 追記欄に記載した指定国

氏名（名称）及びあて名：（姓・名の順に記載；法人は公式の完全な名称を記載；あて名は郵便番号及び国名も記載）

この欄に記載した者は、  
次に該当する：☐ 出願人のみである。☐ 出願人及び発明者である。☐ 発明者のみである。  
（ここにレ印を付したとき  
は、以下に記入しないこと）

国籍（国名）：

住所（国名）：

この欄に記載した者は、次の

指定国についての出願人である： ☐ すべての指定国 ☐ 米国を除くすべての指定国 ☐ 米国のみ ☐ 追記欄に記載した指定国☐ その他の出願人又は発明者が他の続表に記載されている。

## 第Ⅴ欄 国の指定

規則 4.9(a)の規定に基づき次の指定を行う (該当する□にレ印を付すこと； 少なくとも1つの□にレ印を付すこと)。

## 広域国等

- ☐ AP ARIPO 中米諸国 : GH ガーナ Ghana, GM ガンビア Gambia, KE ケニア Kenya, LS レント Lesotho, MW マラウイ Malawi, SD スーダン Sudan, SL シエラ・レオネ Sierra Leone, SZ スワジランド Swaziland, UG ウガンダ Uganda, ZW ジンバブエ Zimbabwe, 及びハラレプロトコルと特許協力条約の締結国である他の国
- ☐ EA ユーラシア 中米諸国 : AM アルメニア Armenia, AZ アゼルバイジャン Azerbaijan, BY ベラルーシ Belarus, KG キルギス Kyrgyzstan, KZ カザフスタン Kazakhstan, MD モルドヴァ Republic of Moldova, RU ロシア Russian Federation, TJ タジキスタン Tajikistan, TM トルクメニスタン Turkmenistan, 及びユーラシア特許条約と特許協力条約の締結国である他の国
- ☒ EP ヨーロッパ 中米諸国 : AT オーストリア Austria, BE ベルギー Belgium, CH and LI スイス及びリヒテンシュタイン Switzerland and Liechtenstein, CY キプロス Cyprus, DE ドイツ Germany, DK デンマーク Denmark, ES スペイン Spain, FI フィンランド Finland, FR フランス France, GB 英国 United Kingdom, GR ギリシャ Greece, IE アイルランド Ireland, IT イタリア Italy, LU ルクセンブルグ Luxembourg, MC モナコ Monaco, NL オランダ Netherlands, PT ポルトガル Portugal, SE スウェーデン Sweden, 及びヨーロッパ特許条約と特許協力条約の締結国である他の国
- ☐ OA OAPI 中米諸国 : BF ブルキナ・ファソ Burkina Faso, BJ ベナン Benin, CF 中央アフリカ Central African Republic, CG コンゴ Congo, CI コートジボアール Côte d'Ivoire, CM カメルーン Cameroon, GA ガボン Gabon, GN ギニア Guinea, GW ギニア・ビサウ Guinea-Bissau, ML マリ Mali, MR モーリタニア Mauritania, NE ニジェール Niger, SN セネガル Senegal, TD チャード Chad, TG トーゴ Togo, 及びアフリカ知的所有権機構のメンバー国と特許協力条約の締結国である他の国 (他の種類の保護又は取扱いを求める場合には点線の上に記載する)

## 国内 中米諸国 (他の種類の保護又は取扱いを求める場合には点線の上に記載する)

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> AE アラブ首長国連邦 United Arab Emirates                       | <input type="checkbox"/> LR リベリア Liberia  |
| <input type="checkbox"/> AL アルバニア Albania                                       | <input type="checkbox"/> LS レント Lesotho   |
| <input type="checkbox"/> AM アルメニア Armenia                                       | <input type="checkbox"/> LT リトアニア Lithuania   |
| <input type="checkbox"/> AT オーストリア Austria                                      | <input type="checkbox"/> LU ルクセンブルグ Luxembourg  |
| <input type="checkbox"/> AU オーストラリア Australia                                   | <input type="checkbox"/> LV ラトヴィア Latvia  |
| <input type="checkbox"/> AZ アゼルバイジャン Azerbaijan                                 | <input type="checkbox"/> MD モルドヴァ Republic of Moldova                                   |
| <input type="checkbox"/> BA ボスニア・ヘルツェゴヴィナ Bosnia and Herzegovina                | <input type="checkbox"/> MG マダガスカル Madagascar   |
| <input type="checkbox"/> BB バルバドス Barbados                                      | <input type="checkbox"/> MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国 The former Yugoslav Republic of Macedonia |
| <input type="checkbox"/> BG ブルガリア Bulgaria                                      | <input type="checkbox"/> MN モンゴル Mongolia   |
| <input type="checkbox"/> BR ブラジル Brazil   | <input type="checkbox"/> MW マラウイ Malawi   |
| <input type="checkbox"/> BY ベラルーシ Belarus                                       | <input type="checkbox"/> MX メキシコ Mexico   |
| <input type="checkbox"/> CA カナダ Canada  | <input type="checkbox"/> NO ノールウェー Norway   |
| <input type="checkbox"/> CH and LI スイス及びリヒテンシュタイン Switzerland and Liechtenstein | <input type="checkbox"/> NZ ニュー・ジーランド New Zealand                                       |
| <input type="checkbox"/> CN 中国 China  | <input type="checkbox"/> PL ポーランド Poland  |
| <input type="checkbox"/> CU キューバ Cuba   | <input type="checkbox"/> PT ポルトガル Portugal  |
| <input type="checkbox"/> CZ チェッコ Czech Republic                                 | <input type="checkbox"/> RO ルーマニア Romania   |
| <input type="checkbox"/> DE ドイツ Germany   | <input type="checkbox"/> RU ロシア Russian Federation                                      |
| <input type="checkbox"/> DK デンマーク Denmark                                       | <input type="checkbox"/> SD スーダン Sudan  |
| <input type="checkbox"/> EE エストニア Estonia                                       | <input type="checkbox"/> SE スウェーデン Sweden   |
| <input type="checkbox"/> ES スペイン Spain  | <input type="checkbox"/> SG シンガポール Singapore  |
| <input type="checkbox"/> FI フィンランド Finland                                      | <input type="checkbox"/> SI スロヴェニア Slovenia   |
| <input type="checkbox"/> GB 英国 United Kingdom                                   | <input type="checkbox"/> SK スロヴァキア Slovakia   |
| <input type="checkbox"/> GD グレナダ Grenada  | <input type="checkbox"/> SL シエラ・レオネ Sierra Leone  |
| <input type="checkbox"/> GE グルジア Georgia  | <input type="checkbox"/> TJ タジキスタン Tajikistan   |
| <input type="checkbox"/> GH ガーナ Ghana   | <input type="checkbox"/> TM トルクメニスタン Turkmenistan                                       |
| <input type="checkbox"/> GM ガンビア Gambia   | <input type="checkbox"/> TR トルコ Turkey  |
| <input type="checkbox"/> HR クロアチア Croatia                                       | <input type="checkbox"/> TT トリニダード・トバゴ Trinidad and Tobago                              |
| <input type="checkbox"/> HU ハンガリー Hungary                                       | <input type="checkbox"/> UA ウクライナ Ukraine   |
| <input type="checkbox"/> ID インドネシア Indonesia                                    | <input type="checkbox"/> UG ウガンダ Uganda   |
| <input type="checkbox"/> IL イスラエル Israel  | <input checked="" type="checkbox"/> US 米国 United States of America                      |
| <input type="checkbox"/> IN インド India   | <input type="checkbox"/> UZ ウズベキスタン Uzbekistan  |
| <input type="checkbox"/> IS アイスランド Iceland                                      | <input type="checkbox"/> VN ヴィエトナム Viet Nam   |
| <input type="checkbox"/> JP 日本 Japan  | <input type="checkbox"/> YU ユーゴスラヴィア Yugoslavia   |
| <input type="checkbox"/> KE ケニア Kenya   | <input type="checkbox"/> ZA 南アフリカ共和国 South Africa                                       |
| <input type="checkbox"/> KG キルギス Kyrgyzstan                                     | <input type="checkbox"/> ZW ジンバブエ Zimbabwe  |
| <input type="checkbox"/> KP 北朝鮮 Democratic People's Republic of Korea           |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> KR 韓国 Republic of Korea                     |   |
| <input type="checkbox"/> KZ カザフスタン Kazakhstan                                   |   |
| <input type="checkbox"/> LC セント・ルシア Saint Lucia                                 |   |
| <input type="checkbox"/> LK スリ・ランカ Sri Lanka                                    |   |

下の□は、この様式の施行後に特許協力条約の締結国となった国を指定するためのものである

指定の確證の宣誓：出願人は、上記の指定に加えて、規則 4.9(b)の規定に基づき、特許協力条約の下で認められる他の全ての国の指定を行う。ただし、この宣誓から除く旨の表示を追記欄にした国は、指定から除かれる。出願人は、これらの追加される指定が確證を条件としていること、並びに優先日から15日が経過する前にその確證がなされない指定は、この期間の経過時に、出願人によって取り下げられたものとみなされることを宣誓する。(指定の確證は、指定を特定する通知の提出と指定手数料及び確證手数料の納付からなる。この確證は、優先日から15日以内に受理官庁へ提出しなければならない。)

## 第VI欄 優先権主張

他の優先権の主張（先の出願）が追記欄に記載され

先の出願日 (日. 月. 年)	先の出願番号	先の出願		
		国内出願 : 国名	広域出願 : *広域官庁名	国際出願 : 受理官庁名
(1) 29. 09. 99	平成11年特許願 第277255号	日本国 JAPAN		
(2)				
(3)				

☒ 上記( )の番号の先の出願（ただし、本国際出願が提出される受理官庁に対して提出されたものに限る）のうち、次の( )の番号のものについては、出願書類の認証謄本を作成し国際事務局へ送付することを、受理官庁（日本国特許庁の長官）に対して請求している。

(1)

\* 先の出願が、ARIPOの特許出願である場合には、その先の出願を行った工業所有権の保護のためのパリ条約同盟国の少なくとも1ヶ国を追記欄に表示しなければならない（規則4.10(b)(ii)）。追記欄を参照。

## 第VII欄 国際調査機関

国際調査機関（ISA）の選択

先の調査結果の利用請求：当該調査の照会（先の調査が、国際調査機関によって既に実施又は請求されている場合）

出願日（日. 月. 年）

出願番号

国名（又は広域官庁）

ISA / J P

## 第VIII欄 照合欄 : 出願書の書数

この国際出願の用紙の枚数は次のとおりである。

願書	4	枚
明細書（配列表を除く）	27	枚
請求の範囲	4	枚
要約書	1	枚
図面	13	枚
明細書の配列表		枚
合計	49	枚

この国際出願には、以下にチェックした書類が添付されている。

- |   |   |
|---|---|
| 1. <input checked="" type="checkbox"/> 手数料計算用紙              | 5. <input type="checkbox"/> 優先権書類（上記第VI欄の( )の番号を記載する）   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 納付する手数料に相当する特許印紙を貼付した書面 |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 国際事務局の口座への振込みを証明する書面    | 6. <input type="checkbox"/> 国際出願の翻訳文（翻訳に使用した言語名を記載する）   |
| 2. <input checked="" type="checkbox"/> 別個の記名押印された委任状        | 7. <input type="checkbox"/> 寄託した微生物又は他の生物材料に関する書面       |
| 3. <input type="checkbox"/> 包括委任状の写し                        | 8. <input type="checkbox"/> スクレオチド又はアミノ酸配列表（フレキシブルディスク） |
| 4. <input type="checkbox"/> 記名押印（署名）の説明書                    | 9. <input type="checkbox"/> その他（書類名を詳細に記載する）            |

要約書とともに提示する図面：

図1

本国際出願の使用言語名： 日本語

## 第IX欄 提出者の記名押印

各人の氏名（名称）を記載し、その次に押印する。

石原 詔二



1. 国際出願として提出された書類の実際の受理の日		2. 図面	
3. 国際出願として提出された書類を補完する書類又は図面であって その後期間内に提出されたものの実際の受理の日（訂正日）		<input type="checkbox"/> 受理された	
4. 特許協力条約第11条(2)に基づく必要な補完の期間内の受理の日		<input type="checkbox"/> 不足図面がある	
5. 出願人により特定された 国際調査機関	ISA / J P	6. <input type="checkbox"/> 調査手数料未払いにつき、国際調査機関に 調査用写しを送付していない	

## 国際事務局記入欄

記録原本の受理の日



## 国際調査報告

(法 8 条、法施行規則第 40、41 条)  
〔PCT 18 条、PCT 規則 43、44〕

出願人又は代理人 の書類記号 75730-P-PCT	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220) 及び下記 5 を参照すること。		
国際出願番号 PCT/JPO0/06406	国際出願日 (日.月.年) 20.09.00	優先日 (日.月.年) 29.09.99	
出願人 (氏名又は名称) 信越半導体株式会社			

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第 41 条 (PCT 18 条) の規定に従い出願人に送付する。  
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

## 1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない (第 I 欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している (第 II 欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☐ 出願人が提出したものを承認する。

☒ 第 III 欄に示されているように、法施行規則第 47 条 (PCT 規則 38.2(b)) の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から 1 カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 1 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

## 第III欄 要約 (第1ページの5の続き)

本発明の目的は、環境からのボロン汚染を抑制し、デバイス特性に悪影響を与えない品質の安定したシリコンウェーハと、その製造方法を提供することである。具体的には、シリコンウェーハ表面の付着ボロンの量が、 $1 \times 10^{10}$  atoms/cm<sup>2</sup>以下であることを特徴とする。また、このような表面の付着ボロン量の少ないウェーハを製造するため、ウェーハを取り扱う雰囲気中のボロン濃度を15ng/m<sup>3</sup>以下とする。雰囲気中のボロン濃度を低くするため、クリーンルームなどのフィルタを、ボロンレスフィルタとボロン吸着フィルタで構成する。

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. C30B29/16, H01L21/02, F24F7/06

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. C30B1/00-35/00,  
H01L21/02, 21/304-21/306, 21/322,  
F24F7/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1926-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2000年
日本国登録実用新案公報	1994-2000年
日本国実用新案登録公報	1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

CAS ONLINE, INSPEC, JICST科学技術文献ファイル:

silicon, wafer, boron, surface, concentrat?, cleanroom, clean(w)room, filter, pbs, poly(s)back?(s)seal?

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 05-259147, A(富士通株式会社), 8. 10月. 1993(08. 10. 93),	1-12
Y	【0004】 , 【0005】 , 【0006】 (ファミリーなし)	13-20, 26
X	岡田孝夫, 「高性能フィルタにおけるボロン汚染対策」, 空気清浄,	21-25
Y	36巻, 6号, 31. 3月. 1999(東京), p. 403-406	13-20, 26
EX	JP, 2000-300919, A(日本無機株式会社), 31. 10月. 2000(31. 10. 00), 【表3】 (ファミリーなし)	21, 22
A	JP, 10-308373, A(三菱マテリアルシリコン株式会社), 17. 11月. 1998(17. 11. 98), 請求項1(ファミリーなし)	1-20

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07. 12. 00

国際調査報告の発送日

19. 12. 00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

五十 棲 毅

4 G

9 4 4 0

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/06406

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> C30B29/16, H01L21/02, F24F7/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> C30B1/00-35/00,  
H01L21/02, 21/304-21/306, 21/322,  
F24F7/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CAS ONLINE, INSPEC, JICST FILE:

silicon, wafer, boron, surface, concentrat?, cleanroom, clean(w)room, filter,  
pbs, poly(s)back?(s)seal?

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP, 05-259147, A (Fujitsu Limited), 08 October, 1993 (08.10.93), Par. Nos. [0004], [0005], [0006] (Family: none)	1-12 13-20, 26
X Y	Takao OKADA, "Kouseinou Filter ni okeru Boron Osen Taisaku", Kuuki Seijou, Vol.36, No.6, 31 March, 1999 (Tokyo), pp. 403-406	21-25 13-20, 26
EX	JP, 2000-300919, A (Nippon Muki Kagaku Kogyo K.K.), 31 October, 2000 (31.10.00), [Table 3] (Family: none)	21, 22
A	JP, 10-308373, A (Mitsubishi Materials Silicon Corp.), 17 November, 1998 (17.11.98), Claim 1 (Family: none)	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not  
considered to be of particular relevance"E" earlier document but published on or after the international filing  
date"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is  
cited to establish the publication date of another citation or other  
special reason (as specified)"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other  
means"P" document published prior to the international filing date but later  
than the priority date claimed"T" later document published after the international filing date or  
priority date and not in conflict with the application but cited to  
understand the principle or theory underlying the invention"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
considered novel or cannot be considered to involve an inventive  
step when the document is taken alone"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
considered to involve an inventive step when the document is  
combined with one or more other such documents, such  
combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
07 December, 2000 (07.12.00)Date of mailing of the international search report  
19 December, 2000 (19.12.00)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. C30B29/16, H01L21/02, F24F7/06

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. C30B1/00-35/00,  
H01L21/02, 21/304-21/306, 21/322,  
F24F7/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1926-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2000年
日本国登録実用新案公報	1994-2000年
日本国実用新案登録公報	1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

CAS ONLINE, INSPEC, JICST科学技術文献ファイル:

silicon, wafer, boron, surface, concentrat?, cleanroom, clean(w)room, filter, pbs, poly(s)back?(s)seal?

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 05-259147, A(富士通株式会社), 8. 10月. 1993(08. 10. 93),	1-12
Y	【0004】 , 【0005】 , 【0006】 (ファミリーなし)	13-20, 26
X	岡田孝夫, 「高性能フィルタにおけるボロン汚染対策」, 空気清浄,	21-25
Y	36巻, 6号, 31. 3月. 1999(東京), p. 403-406	13-20, 26
EX	JP, 2000-300919, A(日本無機株式会社), 31. 10月. 2000(31. 10. 00),	21, 22
	【表3】 (ファミリーなし)	
A	JP, 10-308373, A(三菱マテリアルシリコン株式会社), 17. 11月. 1998(17. 11. 98),	1-20
	請求項1(ファミリーなし)	

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07. 12. 00

国際調査報告の発送日

19. 12. 00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

五十棲 毅

4G 9440

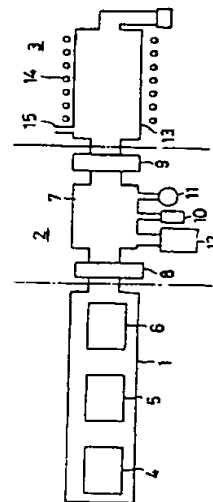
電話番号 03-3581-1101 内線 3416

**(54) SEMICONDUCTOR MANUFACTURING APPARATUS**

(11) 5-259146 (A) (43) 8.10.1993 (19) JP  
 (21) Appl. No. 4-50777 (22) 9.3.1992  
 (71) HITACHI LTD (72) AKIHIRO MIYAUCHI(2)  
 (51) Int. Cl.<sup>5</sup> H01L21/304

**PURPOSE:** To provide a semiconductor manufacturing apparatus wherein an oxide film on the surface of a silicon substrate is removed in a cleaning part with good reproducibility and the component of hydrogen fluoride in the cleaning part is not leaked to the side of an epitaxial growth device.

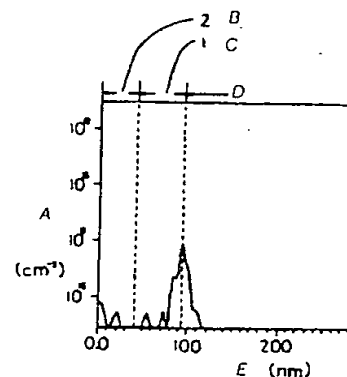
**CONSTITUTION:** A semiconductor manufacturing apparatus includes the following: a cleaning device 1 which is provided with a cleaning part 5 used to clean a silicon substrate by means of a cleaning liquid containing hydrogen fluoride water and with a drying part 6 used to dry the cleaned silicon substrate; and an epitaxial growth device 3 used to form an epitaxial layer on the silicon substrate. In the semiconductor manufacturing apparatus, a connecting device 2 which does not leak the component of hydrogen fluoride inside the cleaning device 1 to the side of the epitaxial growth device is arranged 3. The connecting device 2 is composed of the following: one pair of connecting parts 8, 9 which can be opened and shut; and a conveyance chamber 7 between them. The atmosphere pressure of the conveyance chamber 7 is set to be a little higher than the atmosphere pressure inside the cleaning device 1.

**(54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE**

(11) 5-259147 (A) (43) 8.10.1993 (19) JP  
 (21) Appl. No. 4-55813 (22) 16.3.1992  
 (71) FUJITSU LTD (72) MASAMICHI YOSHIDA(2)  
 (51) Int. Cl.<sup>5</sup> H01L21/304

**PURPOSE:** To provide a pretreatment method wherein boron is removed from the surface of a silicon wafer and a layer which contains boron is not formed at the interface between the silicon wafer and a silicon film which is grown on it regarding the pretreatment method wherein impurities are not laid at the interface between the silicon wafer and the silicon film which is formed on it by vapor growth.

**CONSTITUTION:** The title manufacture is constituted in the following manner: a silicon wafer is cleaned by using hydrofluoric acid to which mannitol has been added; the silicon wafer which has been cleaned is dried, without being exposed to the air, and carried into a vapor growth apparatus; and a silicon film is formed by vapor growth the silicon wafer.



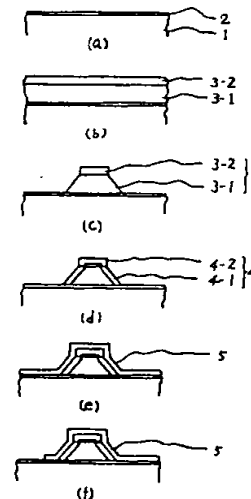
A: concentration of boron, B: second-layer polysilicon, C: first-layer polysilicon, D: silicon wafer, E: depth

**(54) CONTROLLING METHOD FOR TAPERING IN WET ETCHING AND MIM ELEMENT USING SAME**

(11) 5-259148 (A) (43) 8.10.1993 (19) JP  
 (21) Appl. No. 4-284635 (22) 22.10.1992 (33) JP (31) 92p.5944 (32) 16.1.1992  
 (71) SEIKO EPSON CORP (72) KATSUMI SUZUKI(2)  
 (51) Int. Cl.<sup>5</sup> H01L21/306, H01L49/00

**PURPOSE:** To control a tapering of etching at the edge of a high-quality etched pattern with good reproducibility and at low costs by a method wherein the etching rate with reference to an etchant of a material to be etched is made different in the thickness direction.

**CONSTITUTION:** A mask pattern composed of a resist or the like is formed on materials 3-1, 3-2 to be etched; in succession, said materials 3-1, 3-2 to be etched are etched by using a single etchant. In such a wet etching method, the materials 3-1, 3-2 to be etched are formed as a multilayer structure, and the etching rate with reference to the etchant of the respective layers 3-1, 3-2 is made different. In an MIM element which is provided with a laminated structure by a lower electrode 3/an element insulating film 4/an upper electrode 5 formed on a substrate 1 and in which the lower electrode 3 is patterned and formed by a wet etching operation, the etching rate of the lower electrode 3 with reference to an etchant for lower-electrode pattern etching use is made different in the film thickness direction.



2: substratum insulating film

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2001 年 4 月 5 日 (05.04.2001)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 01/23649 A1

(51) 国際特許分類<sup>7</sup>: C30B 29/16, H01L 21/02, F24F 7/06

(21) 国際出願番号: PCT/JP00/06406

(22) 国際出願日: 2000 年 9 月 20 日 (20.09.2000)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願平11/277255 1999 年 9 月 29 日 (29.09.1999) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 信越半  
導体株式会社 (SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.)  
[JP/JP]; 〒100-0005 東京都千代田区丸の内一丁目4番  
2号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 丸山 文明  
(MARUYAMA, Fumiaki) [JP/JP]; 〒370-3533 群馬県  
群馬郡群馬町保渡田2174番地1 三益半導体工業株式

会社 半導体事業部内 Gunma (JP). 内藤直樹 (NAITO,  
Naoki) [JP/JP]; 〒961-8061 福島県西白河郡西郷村  
大字小田倉字大平150 信越半導体株式会社 白河工  
場内 Fukushima (JP). 内山敦雄 (UCHIYAMA, Atsuo)  
[JP/JP]; 〒387-0007 長野県更埴市大字屋代1393番地  
長野電子工業株式会社内 Nagano (JP).

(74) 代理人: 弁理士 石原 詔二 (ISHIHARA, Shoji); 〒  
170-0013 東京都豊島区東池袋3丁目7番8号 若井ビル  
302号 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): KR, US.

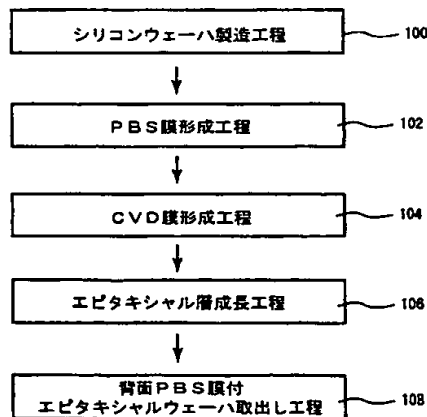
(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE,  
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: WAFER, EPITAXIAL FILTER, AND METHOD OF MANUFACTURE THEREOF

(54) 発明の名称: ウェーハ、エピタキシャルウェーハ及びそれらの製造方法



100...FABRICATE SILICON WAFER  
102...FORM PBS FILM  
104...FORM CVD FILM  
106...GROW EPITAXIAL LAYER  
108...REMOVE EPITAXIAL WAFER WITH BACK PBS COATING

(57) Abstract: The invention provides a quality silicon wafer unlikely to affect device performance while preventing boron contamination. Specifically, the amount of boron deposition on the surface of a silicon wafer is less than  $1 \times 10^{10}$  atoms/cm<sup>2</sup>. The ambient boron concentration is maintained below 15 ng/m<sup>3</sup> to manufacture a wafer with such little amount of boron deposition on the surface. A filter for a clean room is composed of a boron-free filter and a boron-adsorbing filter to reduce the ambient boron concentration.

[続葉有]

WO 01/23649 A1

WO 01/23649 A1



---

(57) 要約:

本発明の目的は、環境からのボロン汚染を抑制し、デバイス特性に悪影響を与えない品質の安定したシリコンウェーハと、その製造方法を提供することである。具体的には、シリコンウェーハ表面の付着ボロンの量が、 $1 \times 10^{10}$  atoms/cm<sup>2</sup>以下であることを特徴とする。また、このような表面の付着ボロン量の少ないウェーハを製造するため、ウェーハを取り扱う雰囲気中のボロン濃度を15ng/m<sup>3</sup>以下とする。雰囲気中のボロン濃度を低くするため、クリーンルームなどのフィルタを、ボロンレスフィルタとボロン吸着フィルタで構成する。



## 明 細 書

ウェーハ、エピタキシャルウェーハ及びそれらの製造方法

## 5 技術分野

本発明は、品質の安定したシリコンウェーハ、エピタキシャルウェーハ及びそれらの製造方法並びにクリーンルーム用空調設備に関する。

## 背景技術

10 デバイス製作工程における加熱処理によって材料のシリコンウェーハの電気特性がシリコンウェーハ中の不純物元素やシリコンウェーハに付着した不純物元素によって変化し、これがデバイス不良の原因となるので、これを避ける事はデバイスの高度化と共にますます重要となり、デバイス生産における大きな課題となっている。

15 その方策の一つとして、図 10 に示すごとく、シリコンウェーハ W の背面に多結晶シリコン層〔P B S (Poly Back Seal) 膜〕 6 2 を形成し、この P B S 膜中に存在する結晶粒界を不純物元素の吸収源として利用する方法が実用化されており、背面に P B S 膜を形成した、所謂 P B S 膜付きのウェーハやエピタキシャルウェーハが製品として利用されている  
20 。

IIIB 族元素の中の特にボロンはシリコンに P 型導電性を賦与し、かつその導電率を所定の値に調整するために、積極的に活用されるが、他方、シリコンウェーハを取り扱う雰囲気やウェーハの処理工程で用いられる装置、材料等からウェーハに付着するボロンは熱処理工程中にシリコン  
25 ウェーハ内部に拡散し、ウェーハの所定の電気特性を乱す外乱要因となるので、雰囲気やこれらの装置、材料等からのボロンによる汚染は極

力防止することが求められる。

仮にシリコンウェーハ表面に  $1 \times 10^{10}$  atoms/cm<sup>2</sup> のボロンが付着した場合、これがウェーハ表面から内部（深さ 1  $\mu$ m 程度）に拡散すると、電気抵抗率の値で数 ohm  $\cdot$  cm に相当するので、バルクの電気抵抗率の値が 1  
5 ohm  $\cdot$  cm 以上のウェーハでは、デバイスが作り込まれるウェーハ表面層の電気特性にかなりの変動を来す。

また、P B S 膜付きウェーハや同じく P B S 膜付きエピタキシャルウェーハの場合には、P B S 膜を形成するべきウェーハ表面に付着したボロンは P B S 膜形成工程やその後のエピタキシャル層成長工程での加熱  
10 処理の際に主に P B S 膜中に拡散する。また、エピタキシャル層を成長させるべき基板面にボロンが付着すると層の成長時の加熱によってこれらのボロン元素は基板とエピタキシャル層の界面からそれぞれの内部へ拡散する。これらが原因で基板の電気抵抗率が数 ohm  $\cdot$  cm 以上のエピタキシャルウェーハを用いるデバイスで所定の特性が得られないことが起こ  
15 ることがある。

さらに、エピタキシャルウェーハの製造におけるエピタキシャル層成長時には、背面の P B S 膜が特にウェーハ周縁部において、成長室内の成分ガスによってエッチングされて膜厚の不整化や表面の荒れが生じることがあり、これを防止する目的で P B S 膜の上にさらに C V D (Chemical Vapor Deposition) 法によってシリコン酸化物の膜 (C V D シリ  
20 コン酸化物膜) を形成することが行われるが、この C V D 工程においても前述と同様にボロンによる汚染が生じると、この工程、ならびにその後のエピタキシャル層成長工程におけるウェーハの温度上昇によって付着したボロンは主として P B S 中に拡散し、前述と同様、デバイス特性に  
25 悪影響を与える。

上述した従来の問題点を P B S 膜付エピタキシャルウェーハの場合を

例にとってさらに具体的に説明する。図10は従来のP B S膜付エピタキシャルウェーハの製造工程を示す説明図で、(a)はシリコンウェーハW、(b)はシリコンウェーハWに多結晶シリコン層62を形成した状態、(c)は次のエピタキシャル層成長工程における上述したエッチングを防止するため(b)のシリコンウェーハWの背面の多結晶シリコン層(P B S膜)62上にさらにC V Dシリコン酸化物膜64を形成した状態、(d)はシリコンウェーハの表面の多結晶シリコン層62を鏡面研磨により除去した状態及び(e)は(d)の状態からシリコンウェーハの表面にエピタキシャル層66を形成した状態をそれぞれ示す。

10 この従来の背面P B S膜付エピタキシャルウェーハの製造においては、まず、シリコンウェーハWと多結晶シリコン層(P B S膜)62の界面70にボロンBが付着し、汚染が発生する〔図10(b)〕。次に、多結晶シリコン層62とC V D膜64の界面72にボロンBの汚染が発生する〔図10(c)〕。シリコンウェーハWの表面の多結晶シリコン層62を除去した後〔図10(d)〕、さらに、エピタキシャル層成長工程(高温熱処理)を経ると、それぞれの界面70, 72に存在していたボロンBは主としてP B S膜62の内部に拡散し、P B S膜62の全体を汚染し、ボロン汚染されたP B S膜62aとなってしまう〔図10(e)〕。

20 一方、従来の半導体ウェーハの処理、例えば洗浄、搬送、保管、成膜等を行うクリーンルーム等(洗浄機、ウェーハ保管庫、成膜装置等を含む)では、ウェーハに接触する雰囲気中に存在するボロンがウェーハ表面にどの程度付着するかについて両者の間の定量的な関係は全く不明であった。よって、ウェーハに接触する雰囲気中のボロン濃度をどのような値に管理すればウェーハ上に付着するボロン量をデバイス特性を阻害  
25 しない値以下に抑制することができるかが全く不明で高品質ウェーハの

製造におけるボロン汚染の防止を効果的に実施することが困難であった。すなわち、工程中のウェーハ上に付着したボロン量の測定には多大な時間を要するため、その結果を装置側に直ちにフィードバックできず、ボロン汚染を防止するための管理をオンラインで実施することが不可能であった。したがって、ウェーハ上のボロン量の測定によってボロン汚染防止の管理を行っている限り、安定した品質のウェーハを作ることは困難であった。

また、従来の半導体ウェーハの処理、例えば洗浄、搬送、保管、成膜等を行うクリーンルーム（洗浄機、ウェーハ保管庫、成膜装置等を含む）において使用するエアフィルタは、一般にガラス繊維でできており、ウェーハの処理の際に雰囲気中にフッ化水素ガス等の腐食性ガスが存在すると、この付着によりボロンが雰囲気中に溶出することが知られている。

たとえば、クリーンルームの空調設備としては、図 1 1 に示すような構成が使われている。図 1 1 において 1 2 はクリーンルーム 1 4 を構成する空調設備で、該クリーンルーム 1 4 内には各種のウェーハ処理室、図示例の場合には、CVD 処理室 1 6、CVD 炉体室 1 8、PBS 膜形成室 2 0、PBS 炉体室 2 2 が設けられている。上記各室 1 6、1 8、2 0、2 2 には 1 又は複数のエア流入口が設けられており、各エア流入口にはエアフィルタ 1 6 a、1 6 b、1 8 a、2 0 a、2 0 b、2 2 a が設置されている。

それぞれのウェーハ処理室には各種のウェーハ処理装置が配備されている。例えば、該 CVD 処理室 1 6 には、CVD 処理前洗浄機 2 4、乾燥機 2 6 及び保管用クリーンブース 2 8 が配備されている。該 CVD 炉体室 1 8 には、CVD 装置 3 0 が配置されている。該 PBS 膜形成室 2 0 には、PBS 膜形成前洗浄機 3 2、乾燥機 3 4 及び保管用クリーンブ

ース 36 が配備されている。該 P B S 炉体室 22 には、P B S 装置 38 が配置されている。上記各装置 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38 のエア流入口にはエアフィルタ 24a, 26a, 28a, 30a, 32a, 34a, 36a, 38a が設置されている。39 はクリーンルーム 14 の下流側に設けられたエアの排出用空間である。該エア排出用空間 39 は回収用パイプ 43 に接続されている。

該クリーンルーム 14 の上流側には、上流から下流に向かって外調機 40、不純物除去装置 42 及び空調機 44 が直列状に配置されている。該外調機 40 と不純物除去装置 42 とは第 1 エアパイプ 46 で接続され、該不純物除去装置 42 と空調機 44 とは第 2 エアパイプ 48 で接続されている。該空調機 44 と上記したクリーンルーム 14 の各室のエア流入口に設置された各エアフィルタ 16a, 16b, 18a, 20a, 20b, 22a とは第 3 エアパイプ 50 で接続されている。

該外調機 40 はエア流入側にロールフィルタ 99、中性能フィルタ 52、エア流出側にファン 54 を有している。該不純物除去装置 42 は、N O<sub>x</sub> 及び S O<sub>x</sub> を除去するためのケミカルフィルタから構成されている。該空調機 44 はエア流入側ファン 56、次にプレフィルタ 98、エア流出側に中性能フィルタ 58 を有している。

上記のような構成を有する従来のクリーンルーム用空調設備 12 においては、外気は外調機 40、不純物除去装置 42 及び空調機 44 を通り、ついで各エアフィルタ 16a, 16b, 18a, 20a, 20b, 22a を介して、C V D 処理室 16、C V D 炉本体 18、P B S 膜形成室 20、P B S 炉本体 22 の内部にそれぞれ導入される。C V D 処理は一般的には、薄膜材料を構成する一種又は数種の化合物ガス、単体ガスをウェーハ上に供給し、気相又はウェーハ表面での化学反応により所望の薄膜を形成させる処理をいうが、例えば P B S 膜を形成したウェーハ背

面にシリコン酸化物を蒸着してエピタキシャル工程におけるP B S膜のエッチング及びオートドーブを防止する処理として適用することができる。

各室に導入されたエアは、エアフィルタ24aを介して洗浄機24に、さらにエアフィルタ26aを介して乾燥機26に、エアフィルタ28aを介して保管用クリーンブース28に、エアフィルタ30aを介してCVD装置30に、エアフィルタ32aを介してP B S前洗浄機32に、エアフィルタ34aを介して乾燥機34に、エアフィルタ36aを介して保管用クリーンブース36に、及びエアフィルタ38aを介してP B S装置38内にそれぞれ導かれ、最後にエア排出用空間39に排出される。但し、洗浄機24, 32からは一部直接排気されCVD装置30からは全量が排気される。エア排出用空間39に排出されたエアは供給量全体の約80%程度で、回収用パイプ43を経て第2エアパイプ48に戻されて再利用される。

このような従来のクリーンルーム用空調設備においては、エアフィルタ16a, 16b, 18a, 20a, 20b, 22a, 24a, 26a, 28a, 30a, 32a, 34a, 36a, 38aにはULPAフィルタ（例えば、日本無機株式会社製、NMO-320）が用いられるのが通常である。このULPAフィルタはボロンを除去する機能を有しなだけでなく、逆にボロンを放出するおそれがある。また、中性能フィルタ52及び58（例えば、日本無機株式会社製、ASTC-56-95）も同様にボロンを除去する機能を有しておらず、ボロンを放出するおそれのあるものである。したがって、このようなフィルタを組み込んだ従来のクリーンルーム用の空調設備ではクリーンルーム内の雰囲気中のボロン濃度を調整することは不可能であった。

さらに、ボロンレスフィルタ（ボロンを放出しないエアフィルタ）及

びボロン吸着フィルタ（ボロンを吸着するフィルタ）は知られているが、これらのフィルタを効果的に使用してウェーハへのボロンの付着量を所定の値以下に効率よく抑える良好な方策についてはいまだ提案されていないのが現状である。結合型基板の製造におけるクリーンルーム内の

5 雰囲気中のボロンの悪影響について言及した文献はあるが、具体的な除去設備を実現することの困難性について指摘している（例えば、特許第2723787号公報）のみで、ボロンの有効な除去とクリーンルーム内の雰囲気中のボロン量を所定の範囲内に管理することには言及していない。

10 本発明者らは、上述したウェーハ及びエピタキシャルウェーハについての問題点を解決するため、これらウェーハやエピタキシャルウェーハが接触する雰囲気中のボロン濃度と、その雰囲気中に置かれたこれらウェーハ表面に付着するボロンの量との間の関係を定量的に把握し、また、ボロンの付着量とそれによる各種の製品中のボロン濃度分布に与える

15 影響を実験的に明らかにし、これらの知見に基づいて、環境からのボロンの汚染を抑制し、デバイス特性に悪影響を与えないシリコンウェーハ及びエピタキシャルウェーハを安定して製造することに成功した。

本発明の第1の目的は、環境からのボロン汚染を抑制しデバイス特性に悪影響を与えない品質の安定したシリコンウェーハ、エピタキシャル

20 ウェーハ及びそれらの効果的な製造方法を提供することにある。

本発明者らは、さらに上記した従来のクリーンルーム空調設備の問題点を解決すべく、クリーンルーム（洗浄機、ウェーハ保管庫、成膜装置等を含む）内の空気をインピンジャーにて純水中に溶解させ、それをICP-MS（誘導結合プラズマ質量分析法）にて分析する事により雰囲気

25 中のボロン濃度を測定し、このボロン濃度とウェーハに吸着するボロン濃度の関係について鋭意検討を続けた結果、両者の間に一定の関係が

存在することを見出すとともにクリーンルームの雰囲気中のボロン濃度を所定濃度以下に抑えることに成功した。

本発明の第2の目的は、ウェーハ上へのボロン汚染を安価に防ぐことができるようにした雰囲気調整装置、クリーンルーム及びクリーンルーム用空調設備を提供することにある。

#### 発明の開示

上記第1の課題を解決するために、本発明のシリコンウェーハの第1の態様は、表面の付着ボロンの量が  $1 \times 10^{10} \text{atoms/cm}^2$  以下であることを特徴とする。

本発明のシリコンウェーハの第2の態様は、深さ  $0.5 \mu\text{m}$  迄の表面層内におけるボロン濃度の該表面層直下のバルクシリコン中のボロンの濃度に対する増分が  $1 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  以下であることを特徴とする。

本発明のシリコンウェーハの第3の態様は、多結晶シリコン層と単結晶シリコン層の界面を含む幅  $1 \mu\text{m}$  の界面近傍層内におけるボロン濃度の該界面近傍層に外接するシリコン中のボロン濃度に対する増分が  $1 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  以下である多結晶層を一方の主面に有することを特徴とする。

本発明のシリコンエピタキシャルウェーハの第1の態様は、単結晶シリコン基板の背面に多結晶シリコン層を有するシリコンエピタキシャルウェーハであって基板の単結晶シリコンと多結晶シリコン層の界面を含む幅  $1 \mu\text{m}$  の界面近傍層内におけるボロン濃度の該近傍層に外接する基板シリコン中のボロン濃度に対する増分が  $1 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  以下であることを特徴とする。

本発明のシリコンウェーハの第4の態様は、CVDシリコン酸化物膜との界面近傍  $0.5 \mu\text{m}$  内の単結晶シリコン層中のボロン濃度の該層に接す



るバルクシリコン中のボロン濃度に対する増分が  $1 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  以下である CVD シリコン酸化物膜を一方の主面に有することを特徴とする。

5 本発明のシリコンエピタキシャルウェーハの第 2 の態様は、基板の背面に CVD シリコン酸化物膜を有するシリコンエピタキシャルウェーハであって CVD シリコン酸化物膜との界面近傍  $0.5 \mu\text{m}$  内の単結晶シリコン基板中のボロン濃度の該層に接する基板シリコン中のボロン濃度に対する増分が  $1 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  以下であることを特徴とする。

10 上記シリコンエピタキシャルウェーハにおいて、環境中のボロン汚染を有効に抑制し、多結晶層中のボロン濃度は、好ましくは  $5 \times 10^{14} \text{atoms/cm}^3$  以下、より好ましくは  $3 \times 10^{14} \text{atoms/cm}^3$  以下、最も好ましくは  $1 \times 10^{14} \text{atoms/cm}^3$  以下である。

本発明のシリコンウェーハの第 5 の態様は、単結晶シリコン層の一方の主面に多結晶シリコン層と該多結晶シリコン層上に CVD シリコン酸  
15 化物膜を有するシリコンウェーハであって、多結晶シリコン層と単結晶シリコン層の界面を含む幅  $1 \mu\text{m}$  の界面近傍層内におけるボロン濃度の該界面近傍層に外接するシリコン中のボロン濃度に対する増分が  $1 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  以下であり、シリコン酸化物膜と多結晶シリコン層との界面を含む幅  $0.5 \mu\text{m}$  の界面近傍多結晶シリコン層中のボロン濃度の該近傍多結  
20 晶シリコン層に外接する多結晶シリコン中のボロン濃度に対する増分が  $1 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  以下であることを特徴とする。

本発明のシリコンエピタキシャルウェーハの第 3 の態様は、基板の背面に多結晶シリコン層と該多結晶シリコン層上に CVD シリコン酸化物  
膜を有するシリコンエピタキシャルウェーハであって、多結晶シリコン  
25 層と単結晶シリコン層の界面を含む幅  $1 \mu\text{m}$  の界面近傍層内におけるボロン濃度の該界面近傍層に外接するシリコン中のボロン濃度に対する増

分が  $1 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$  以下であり、シリコン酸化物膜と多結晶シリコン層との界面を含む幅  $0.5 \mu\text{m}$  の界面近傍多結晶シリコン層中のボロン濃度の該近傍多結晶シリコン層に外接する多結晶シリコン中のボロン濃度に対する増分が  $1 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$  以下であることを特徴とする。

- 5      上記シリコンウェーハにおいて、単結晶シリコンバルク中のボロンの濃度が  $1 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$  以下である製品に対して特に有効である。

上記シリコンエピタキシャルウェーハにおいて、基板中のボロンの濃度が  $1 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$  以下である製品に対して特に有効である。

- 10      本発明のシリコンウェーハの製造方法の第1の態様は、上記したシリコンウェーハを製造するにあたり、ボロン濃度が  $15 \text{ ng/m}^3$  以下の雰囲気中で処理、保管等の取り扱いを行うことを特徴とする。

- 15      本発明のシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法の第1の態様は、上記したシリコンエピタキシャルウェーハを製造するにあたり、ボロン濃度が  $15 \text{ ng/m}^3$  以下の雰囲気中で処理、保管等の取り扱いを行うことを特徴とする。

本発明のシリコンウェーハの製造方法の第2の態様は、上記したシリコンウェーハを製造するにあたり、多結晶シリコン層の形成をボロン濃度が  $15 \text{ ng/m}^3$  以下の雰囲気で行うことを特徴とする。

- 20      本発明のシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法の第2の態様は、上記したシリコンエピタキシャルウェーハを製造するにあたり、多結晶シリコン層の形成をボロン濃度が  $15 \text{ ng/m}^3$  以下の雰囲気で行うことを特徴とする。

- 25      本発明のシリコンウェーハの製造方法の第3の態様は、上記したシリコンウェーハを製造するにあたり、CVDシリコン酸化物膜の成膜をボロン濃度が  $15 \text{ ng/m}^3$  以下の雰囲気で行うことを特徴とする。

本発明のシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法の第3の態様は

、上記したシリコンエピタキシャルウェーハを製造するにあたり、CVDシリコン酸化物膜の成膜をボロン濃度が $1.5 \text{ ng/m}^3$ 以下の雰囲気で行うことを特徴とする。

5 本発明のシリコンウェーハの製造方法の第4の態様は、上記したシリコンウェーハを製造するにあたり、ボロンの付着量を $1 \times 10^{10} \text{ atoms/cm}^2$ 以下に抑制した表面に多結晶層を形成することを特徴とする。

本発明のシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法の第4の態様は、上記したシリコンエピタキシャルウェーハを製造するにあたり、ボロンの付着量を $1 \times 10^{10} \text{ atoms/cm}^2$ 以下に抑制した表面に多結晶層を形成す  
10 ることを特徴とする。

本発明の雰囲気調整設備は、雰囲気中のボロン濃度を $1.5 \text{ ng/m}^3$ 以下とすることを特徴とする。

本発明のクリーンルームは、クリーンルームの雰囲気中のボロン濃度が $1.5 \text{ ng/m}^3$ 以下であることを特徴とする。

15 本発明のクリーンルーム用空調設備は、ボロンレスフィルタとボロン吸着フィルタを有する空調機と、ボロンレスフィルタを有する1または複数のウェーハ処理装置とを有し、雰囲気ガスが該空調機と該クリーンルームと該ウェーハ処理装置の間を循環するように構成されたことを特徴とする。

20 上記クリーンルーム用空調設備において、ボロンレスフィルタとボロン吸着フィルタを設けるのが好ましい。

上記クリーンルーム用空調設備において、ウェーハ処理装置の内圧がクリーンルーム内圧より高く、該クリーンルーム内圧が外部圧より高く調整されるのが好適である。ここで外部圧とはクリーンルームの外側に  
25 隣接するサービスルーム（作業員の着替えや製品の搬入搬出等に用いられる部屋）や廊下における圧力をいい、外気圧ともいわれる。

本発明のウェーハの製造方法は、上記したウェーハを製造するにあたり、上記クリーンルーム用空調設備を用いて実施することを特徴とする。

## 5 図面の簡単な説明

図1は、本発明のシリコンウェーハ及びシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法を示すフローチャートである。

図2は、本発明のシリコンウェーハ及びシリコンエピタキシャルウェーハの製造手順を示す説明図で、(a)はシリコンウェーハ、(b)はシリコンウェーハに多結晶シリコン層を形成した状態、(c)は(b)のシリコンウェーハの背面の多結晶シリコン層(PBS膜)上にさらにCVDシリコン酸化物膜を形成した状態、(d)はシリコンウェーハの表面の多結晶シリコン層を除去した状態及び(e)は(d)の状態からシリコンウェーハの表面にエピタキシャル層を形成した状態をそれぞれ示す。

図3は、本発明のクリーンルーム用空調設備を示す概略説明図である。

図4は、実施例1における試料の深さ方向に対する試料中のボロン濃度を示すグラフである。

20 図5は、比較例1における試料の深さ方向に対する試料中のボロン濃度を示すグラフである。

図6は、実施例2における試料の深さ方向に対する試料中のボロン濃度を示すグラフである。

25 図7は、比較例2における試料の深さ方向に対する試料中のボロン濃度を示すグラフである。

図8は、比較例3における試料の深さ方向に対する試料中のボロン濃

度を示すグラフである。

図 9 は、比較例 4 における試料の深さ方向に対する試料中のボロン濃度を示すグラフである。

図 10 は、従来のシリコンウェーハ及びシリコンエピタキシャルウェーハの製造手順を示す説明図で、(a) はシリコンウェーハ、(b) はシリコンウェーハに多結晶シリコン層を形成した状態、(c) は (b) のシリコンウェーハの背面の多結晶シリコン層 (P B S 膜) 上にさらに C V D シリコン酸化物膜を形成した状態、(d) はシリコンウェーハの表面の多結晶シリコン層を除去した状態及び (e) は (d) の状態からシリコンウェーハの表面にエピタキシャル層を形成した状態をそれぞれ示す。

図 11 は、従来のクリーンルーム用空調設備の一例を示す概略説明図である。

図 12 は、実験例 2 におけるウェーハの放置時間とウェーハボロン付着量との関係を示すグラフである。

図 13 は、実験例 3 における環境雰囲気中のボロン濃度とシリコンウェーハ表面におけるボロン付着量の関係を示すグラフである。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下に本発明の実施の形態を添付図面中、図 1 ～図 3 に基づいて説明するが、この実施の形態は例示的に示されるもので、本発明の発明思想から逸脱しない限り、種々の変形が可能なことはいうまでもない。

図 1 は本発明による各種シリコンウェーハ製法の 1 例として背面 P B S 膜付きシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法を示すフローチャートで、図 2 はそのエピタキシャルウェーハの製造手順を示す説明図である。

図1において、100はエピタキシャルウェーハ用の基板であるシリコンウェーハ製造工程で、シリコン単結晶インゴットを常法により、スライス、面取り、ラップ、エッチング、アニール等の各工程を経てシリコンウェーハWが製造される。

5 所望に応じてこの段階でシリコンウェーハWを取り出すことも可能であり、また、取り出したシリコンウェーハWの片面もしくは両面を鏡面研磨して鏡面研磨シリコンウェーハを得ることも可能である。本発明においては、この鏡面研磨後の洗浄、乾燥、保管（包装）工程を後述する雰囲気中のボロン濃度が $15\text{ ng/m}^3$ 以下という極めて低いクリーンルーム中で行うことによって表面の付着ボロンの量が $1 \times 10^{10}\text{ atoms/cm}^2$   
10 以下、あるいは深さ $0.5\text{ }\mu\text{m}$ までの表面層内におけるボロン濃度の該表面層直下のバルクシリコン中のボロン濃度に対する増分が $1 \times 10^{15}\text{ atoms/cm}^3$ 以下といったボロン汚染のないシリコンウェーハを得ることができる。

15 102は、PBS膜形成工程で、例えば真空度 $0.2 \sim 1\text{ Torr}$ 、 $600 \sim 700\text{ }^\circ\text{C}$ で原料の $\text{SiH}_4$ を分解して、上記基板シリコンウェーハに多結晶シリコンを析出させて、厚さ $0.5 \sim 2\text{ }\mu\text{m}$ のPBS膜62を形成する。本発明においては、このPBS膜形成工程を後述する雰囲気中のボロン濃度が $15\text{ ng/m}^3$ 以下という極めて低いクリーンルーム中  
20 行うのが特徴である。これによってシリコンウェーハWと多結晶シリコン層（PBS膜）62の界面70におけるボロン汚染を抑制することができる。

所望に応じて、この段階でシリコンウェーハWを取り出すことも可能である。この場合、上記界面70におけるボロン汚染を抑制、即ち、多  
25 結晶シリコン層と単結晶シリコン層の界面を含む幅 $1\text{ }\mu\text{m}$ の界面近傍層内におけるボロン濃度の該界面近傍層に外接するシリコン中のボロン濃

度に対する増分が  $1 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  以下であるようにした多結晶シリコン層 62 を設けたシリコンウェーハ W を得ることができる〔図 2 (b)〕。

5 取り出したシリコンウェーハ W の片面を鏡面研磨して背面に低ボロン汚染の多結晶シリコン層 62 を設けた鏡面研磨シリコンウェーハを得ることも可能である。この得られたシリコンウェーハ W は、多結晶シリコン層と単結晶シリコン層の界面を含む幅  $1 \mu\text{m}$  の界面近傍層内におけるボロン濃度の該界面近傍層に外接するシリコン中のボロン濃度に対する増分が  $1 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  以下である多結晶シリコン層 62 を背面に有する  
10 ものである。

本発明においては、この鏡面研磨後の洗浄、乾燥、保管（包装）工程を後述する雰囲気中のボロン濃度が  $15 \text{ ng/m}^3$  以下という極めて低いクリーンルーム中で行うことによって表面及び表面近傍にボロン汚染のない多結晶シリコン層付きのシリコンウェーハを得ることができる。この得られたシリコンウェーハ W は、上記した多結晶シリコン層と単結晶シリコン層の界面近傍のボロン濃度の低減に加えて、多結晶シリコン層 62 の少なくとも一部におけるボロン濃度が  $5 \times 10^{14} \text{atoms/cm}^3$  以下である多結晶層を背面に有するものである。

104 は、CVD シリコン酸化物膜の形成工程で、例えば大気圧下 3  
20  $80 \sim 500^\circ\text{C}$  で  $\text{SiH}_4$  及び酸素を用い、シリコンウェーハ W の背面側の PBS 膜 62 の上にシリコン酸化物を析出させ、膜厚  $0.2 \sim 2 \mu\text{m}$  の CVD シリコン酸化物膜 64 を形成する〔図 2 (c)〕。本発明においては、この CVD シリコン酸化物膜形成工程を後述する雰囲気中のボロン濃度が  $15 \text{ ng/m}^3$  以下という極めて低いクリーンルームにおいて  
25 行うのが特徴である。

これによって、PBS 膜 62 と CVD シリコン酸化物膜 64 の界面 7

2におけるボロン汚染を抑制、即ち、CVDシリコン酸化物膜と多結晶シリコン層との界面を含む幅 $0.5\mu\text{m}$ の界面近傍多結晶シリコン層中のボロン濃度の該近傍多結晶シリコン層に外接する多結晶シリコン中のボロン濃度に対する増分が $1 \times 10^{15}\text{atoms/cm}^3$ 以下であるようにすることができる。

ここで、所望に応じてPBS膜形成工程102を省略し、シリコンウェーハWの背面側にCVDシリコン酸化物膜64を本発明の方法に従って直接形成することも可能である。このシリコンウェーハは、CVDシリコン酸化物膜との界面近傍 $0.5\mu\text{m}$ 内の単結晶シリコン層中のボロン濃度の該層に接するバルクシリコン中のボロン濃度に対する増分が $1 \times 10^{15}\text{atoms/cm}^3$ 以下であるCVDシリコン酸化物膜を背面に有するものである。

このウェーハにエピタキシャル層を形成してエピタキシャルウェーハとすることも可能である。このエピタキシャルウェーハは、CVDシリコン酸化物膜との界面近傍 $0.5\mu\text{m}$ 内の単結晶シリコン基板中のボロン濃度の該層に接する基板シリコン中のボロン濃度に対する増分が $1 \times 10^{15}\text{atoms/cm}^3$ 以下であるものである。

106は、エピタキシャル層成長工程で、シリコンウェーハWの表面の多結晶シリコン層62を例えば鏡面研磨によって除去した後〔図2(d)〕、背面にPBS膜62及びCVDシリコン酸化物膜64を有するシリコンウェーハWの表面に例えば大気圧下 $1000\sim 1200^\circ\text{C}$ で $\text{SiHCl}_3$ と $\text{H}_2$ の混合気体を流して厚さ $3\sim 15\mu\text{m}$ のエピタキシャル層66を形成する。この時、界面70、72におけるボロン汚染が本発明の方法に従ってその付着量を $1 \times 10^{10}\text{atoms/cm}^2$ 以下に抑制されているとPBS膜62へのボロン拡散は多結晶層中のボロン濃度（例えば $3 \times 10^{14}\text{atoms/cm}^3$ ）に影響を与えない。



108は、背面P B S膜付エピタキシャルウェーハ取出し工程で、ボロン汚染が極力抑制された背面P B S膜付エピタキシャルウェーハ68を得ることができる〔図2（e）〕。

次に、本発明のシリコンウェーハ及びシリコンエピタキシャルウェーハの製造を行うために好適に用いられる本発明のクリーンルーム及びその空調設備の実施の形態を図3とともに説明する。

この実施の形態は1例として示されるもので、本発明の発明思想から逸脱しない限り、種々の変形が可能なことはいうまでもない。図3において図11と同一の構成又は類似の構成は同一の符号によって示され、その構成作用についての再度の説明は省略する。

図3に示した本発明のクリーンルーム用空調設備12aは、図11に示した従来のクリーンルーム用空調設備12とフィルタ構成以外は全く同様の構成であり、フィルタ構成以外については必要な場合を除いて再度の説明は省略する。

15 本発明のクリーンルーム用空調設備12aの眼目は、従来設備12におけるエアフィルタ16a, 16b, 18a, 20a, 20b, 22a, 24a, 26a, 28a, 30a, 32a, 34a, 36a, 38aに代えてボロンレスフィルタ16x, 16y, 18x, 20x, 20y, 22x, 24x, 26x, 28x, 30x, 32x, 34x, 36x, 38xを用い、さらに中性能フィルタ52, 58に代えてボロンレス中性能フィルタ52x, 58xを用い、プレフィルタ98、ロールフィルタ99に代えてボロンレスプレフィルタ98x、ボロンレスロールフィルタ99xを用い、その上、外調機40のボロンレス中性能フィルタ52xの下流側にボロン吸着フィルタ40xを設け、空調機44のボロンレス中性能フィルタ58xの下流側にボロン吸着フィルタ44xを設けたことである。

上記のような構成を有する本発明のクリーンルーム用空調設備 12 a  
においては、外気は外調機 40、不純物除去装置 42 及び空調機 44 を  
通り、ついで各ボロンレスフィルタ 16 x、16 y、18 x、20 x、  
20 y、22 x を介して、CVD 処理室 16、CVD 炉体室 18、P B  
5 S 膜形成室 20、P B S 炉体室 22 の内部にそれぞれ導入される。

各室に導入されたエアは、ボロンレスフィルタ 24 x を介して洗浄機  
24 に、さらにボロンレスフィルタ 26 x を介して乾燥機 26 に、ボロ  
ンレスフィルタ 28 x を介して保管用クリーンブース 28 に、ボロンレ  
スフィルタ 30 x を介して CVD 装置 30 に、ボロンレスフィルタ 32  
10 x を介して P B S 前洗浄機 32 に、ボロンレスフィルタ 34 x を介して  
乾燥機 34 に、ボロンレスフィルタ 36 x を介して保管用クリーンブ  
ース 36 に、及びボロンレスフィルタ 38 x を介して P B S 装置 38 内に  
それぞれ導かれ、最後にエア排出用空間 39 に排出される。

例えば、洗浄機 24、32 からは一部のエアは直接排気され、CVD  
15 装置 30 からは全て排気される。エア排出用空間 39 に達したエアは供  
給量全体の約 80% となり、回収用パイプ 43 を通って第 2 エアパイプ  
48 に戻され、再利用される。

上記したような本発明のクリーンルーム用空調設備 12 a を用いるこ  
とによって、クリーンルーム 14 内の雰囲気中のボロン濃度を 15 ng/m<sup>3</sup> 以  
20 下に設定することが可能である。

上記ボロンレスエアフィルタ 16 x、16 y、18 x、20 x、20  
y、22 x としては、具体的にはボロンフリー U L P A フィルタ（日本  
無機株式会社製、A T M M F - 3 1 - P - B）を用い、ボロンレス中性  
性能フィルタ 52 x、58 x としては、ボロンレス中性性能フィルタ（日本  
25 無機株式会社製、E M L - 5 6 - 9 0）を用い、ボロンレスロールフィ  
ルタ 99 x としては（日本無機株式会社製、D S R - 3 4 0 R - T H - C

ー 2) を用い、さらにボロン吸着フィルタ 40 x, 44 x としては、ボロン吸着フィルタ (日本無機株式会社製、ACS-31-Q-b) を用い  
ればよい。

#### 実施例

- 5 以下に本発明の実施例を挙げて説明するが、これらの実施例は例示的に示されるもので、限定的に解釈されるものではないことはいうまでもない。

(実験例 1 : ボロン濃度が 15 ng/m<sup>3</sup> 以下の雰囲気形成)

- 図 3 に示したクリーンルーム用空調設備 (各フィルタとしては、具体  
10 例として例示した製品名のものを使用した) を用い、外調機の風量を 7000 m<sup>3</sup>/hr、圧力を大気圧に対し 20 ~ 30 mmH<sub>2</sub>O の加圧、空調機の風量を 37500 m<sup>3</sup>/hr、圧力を大気圧に対し 25 ~ 35 mmH<sub>2</sub>O の加圧とし、及びクリーンルームの室内圧を外部圧に対し 3.0 ~ 4.0 mmH<sub>2</sub>O 高い圧力に設定し、フィルタ前後のボロン濃度を測定した。その結果を表  
15 1 に示したように、フィルタ後のエア中のボロン濃度はいずれも 15 ng/m<sup>3</sup> 以下に制御されていた。また、クリーンルーム内のパーティクルは 0 であった。

表 1

	フィルタ前エア中ボロン濃度 (ng/m <sup>3</sup> )	フィルタ後エア中ボロン濃度 (ng/m <sup>3</sup> )
外調機	10 ~ 30	2 ~ 10
空調機	5 ~ 25	2 ~ 10
天井	2 ~ 10	2 ~ 10
室内	—	4 ~ 13

なお、空気中のボロン濃度の測定は次のように行なった。

## ボロン回収方法：

- ・純水溶解（インピンジャーを用いたエア吸引方式）
- ・サンプリング前回収用純水量——20 ml
- ・サンプリング後回収純水量——約17.5 ml
- 5   ・吸引流量——1リットル/min
- ・吸引時間——4 hrs
- ・ボロン分析法：ICP-M S（誘導結合プラズマ質量分析法）
- ・使用機器——MICROMASS社製、PLASMATRACE 2

10   空気中のボロン濃度は、測定値に測定液量を乗じて質量を求め、採気量で除することにより算出した。

（実施例1：実験例1の雰囲気下におけるP B S膜形成処理）

## 〈試料〉

シリコンウェーハ、直径200 mm、C Z - P 型、 $8 - 15 \Omega \cdot \text{cm}$ 、結晶軸〈100〉

## 15   〈P B S膜形成工程〉

前洗浄：S C - 1（アンモニア、過酸化水素、水）→希フッ酸洗浄→S C - 2（塩酸、過酸化水素、水）→スピンドット乾燥

P B S 処理：（温度）650℃、（時間）3.5時間、（反応ガス）モノシラン、（膜厚）1.2  $\mu\text{m}$

20   実験例1のクリーンルーム雰囲気下（ボロン濃度4～13 ng/m<sup>3</sup>）において、上記試料を用い、上記条件にてP B S膜形成を行った。試料中のボロン濃度の測定をS I M S（Secondary Ion Mass Spectroscopy, 二次イオン質量分析装置：I M S - 4 F、メーカー：仏カメカ社）を用いて行い、その結果を図4に示した。図4から明らかなように、P B S膜中の  
25   ボロン濃度は $1 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^3$ 以下であり、P B S膜と基板シリコンの境界を含む幅1  $\mu\text{m}$ の界面近傍層内におけるボロン濃度（約 $6 \times 10^{14} \text{ a}$

toms/cm<sup>3</sup>)はこの近傍層に外接する基板単結晶シリコン中のボロン濃度(約 $1 \times 10^{15}$ atoms/cm<sup>3</sup>)より低く(増分はマイナス)、同じく外接するP B S層中のボロン濃度(約 $1 \times 10^{14}$ atoms/cm<sup>3</sup>)に対して、その差は $5 \times 10^{14}$ atoms/cm<sup>3</sup>である。

5 (比較例1:従来の雰囲気下におけるP B S膜形成)

従来の雰囲気下(ボロン濃度50~80ng/m<sup>3</sup>)において、実施例1と同様の試料を用い、同一の条件にてP B S膜形成を行った。試料中のボロン濃度の測定を実施例1と同様に行って、その結果を図5に示した。図4と図5のボロン濃度の分布の差が雰囲気中のボロン濃度の差に基づくボロンによる汚染の影響を示しており、図5ではP B S膜中のボロン濃度は界面近傍で急激に上昇して、最大値は約 $6 \times 10^{16}$ atoms/cm<sup>3</sup>でありP B S層と基板シリコンとの境界を含む幅1μmの界面近傍層内のボロン濃度は約 $3 \times 10^{16}$ atoms/cm<sup>3</sup>で外接するP B S層及びシリコン単結晶に対する濃度の増加は $1 \times 10^{15}$ atoms/cm<sup>3</sup>をはるかに超えている。

15 (実施例2:実験例1の雰囲気下におけるP B S膜形成+CVD処理)

〈試料〉

シリコンウェーハ、直径200mm、CZ-P型、8-15Ω・cm、結晶軸〈100〉

〈P B S膜形成工程〉

20 前洗浄:SC-1(アンモニア、過酸化水素、水)→希フッ酸洗浄→SC-2(塩酸、過酸化水素、水)→スピン乾燥

P B S膜形成:(温度)650℃、(時間)3.5時間、(反応ガス)モノシラン、(膜厚)1.2μm

〈CVD処理工程〉

25 前洗浄:SC-1(アンモニア、過酸化水素、水)→希フッ酸洗浄→SC-2(塩酸、過酸化水素、水)→スピン乾燥

CVD処理：（温度）430℃、（時間）10分、（反応ガス）①モノ  
シラン、②酸素、（膜厚）0.3  $\mu\text{m}$

〈エピタキシャル工程〉

前洗浄：SC-1（アンモニア、過酸化水素、水）→SC-2（塩酸、  
5 過酸化水素、水）→IPA乾燥

エピタキシャル処理：（温度）1100℃、（時間）10分、（反応ガ  
ス）①トリクロロシラン②水素、（膜厚）5.0  
 $\mu\text{m}$

実験例1のクリーンルーム雰囲気下（ボロン濃度4～13  $\text{ng}/\text{m}^3$ ）にお  
10 いて、上記試料を用い、上記条件にてPBS膜形成及びCVDシリコン  
酸化物膜形成を行い、その後エピタキシャル膜成長を行った。裏面のC  
VDシリコン酸化物膜を20%HF溶液で溶解除去した後、試料のPBS  
膜及び基板単結晶シリコン中のボロン濃度の測定を実施例1と同様に  
行い、その結果を図6に示した。

15 図6から明らかなように、ボロンがエピタキシャル膜形成時の加熱に  
よって基板単結晶シリコンからPBS膜中に拡散していることが認めら  
れるが、PBS膜と基板単結晶シリコンとの境界を含む幅1  $\mu\text{m}$ の間のボ  
ロン濃度は約  $6 \times 10^{14} \text{atoms}/\text{cm}^3$  で外接するPBS膜中のボロン濃度（約  
 $1 \times 10^{14} \text{atoms}/\text{cm}^3$ ）に対し、その増分は  $1 \times 10^{15} \text{atoms}/\text{cm}^3$  より少なく  
20 、又外接する単結晶シリコン中のボロン濃度（約  $1 \times 10^{15} \text{atoms}/\text{cm}^3$ ）よ  
りむしろ低く、ウェーハの処理中におけるボロンの汚染のレベルは低く  
抑えられていることが確認された。

（比較例2：従来の雰囲気下におけるPBS膜形成+実験例1の雰囲気  
下におけるCVD処理）

25 従来の雰囲気下（ボロン濃度50～80  $\text{ng}/\text{m}^3$ ）において、実施例2と  
同様の試料を用い、同一の条件にてPBS膜形成を行い、次に実験例1

のクリーンルーム雰囲気下（ボロン濃度  $4 \sim 13 \text{ ng/m}^3$ ）において、実施例 2 と同一の条件にて CVD シリコン酸化物膜形成を行い、その後エピタキシャル膜成長を行った。裏面の CVD シリコン酸化物膜を 20% HF 溶液で溶解除去した後、試料の PBS 膜と基板単結晶シリコン中のボロン濃度の測定を実施例 1 と同様に行い、その結果を図 7 に示した。

図 7 から明らかなように、PBS 膜形成処理の前に試料の基板単結晶シリコンウェーハ表面に雰囲気中のボロンが付着し、これがエピタキシャル膜形成の際の加熱によって PBS 膜中及び基板単結晶シリコン中に拡散するが PBS 膜と基板単結晶シリコンとの境界を含む幅  $1 \mu\text{m}$  の界面近傍層内のボロン濃度は平均約  $3 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$  で外接する基板単結晶シリコン中の平均ボロン濃度約  $1.2 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$  及び外接する PBS 膜中の平均ボロン濃度  $1 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$  に対し大幅に高い値を示している。

PBS 膜の厚さ  $0 \mu\text{m}$ 、すなわち、CVD シリコン酸化物膜との境界のボロン濃度は  $4 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^3$  で CVD シリコン酸化物膜形成段階での雰囲気中のボロン濃度を  $15 \text{ ng/m}^3$  以下に抑制した結果、PBS 膜中のボロン濃度  $1 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^3$  に近い値に抑制されていることが示される。

（比較例 3：実験例 1 の雰囲気下における PBS 膜形成 + 従来の雰囲気下における CVD 処理）

実験例 1 のクリーンルーム雰囲気下（ボロン濃度  $4 \sim 13 \text{ ng/m}^3$ ）において、実施例 2 と同様の試料を用い、同一の条件にて PBS 膜形成を行い、次に従来の雰囲気下（ボロン濃度  $50 \sim 80 \text{ ng/m}^3$ ）において、実施例 2 と同一の条件にて CVD シリコン酸化物膜形成を行い、その後エピタキシャル膜成長を行った。裏面の CVD シリコン酸化物膜を 20% HF 水溶液で溶解除去した後、試料 PBS 膜および基板単結晶シリコン中のボロン濃度の測定を実施例 1 と同様に行い、その結果を図 8 に示した

。

図8から明らかなように、ボロン濃度の高い雰囲気中に付着したボロンがP B S膜とC V Dシリコン酸化物膜の界面（図中深さ0  $\mu$  m）側からP B S膜内へ拡散し、深さ0.5  $\mu$  mまでのボロンの平均濃度は $2 \times 10^{15}$  atoms/cm<sup>3</sup>と高い値を示し、深さ0.5  $\mu$  m以上のP B S膜中のボロンの平均濃度約 $8 \times 10^{14}$  atoms/cm<sup>3</sup>に対し大幅に増加している。一方、P B S膜形成は雰囲気中のボロンの濃度を15 ng/cm<sup>3</sup>以下に抑えた状態で行ったので、P B S膜と基板単結晶シリコンとの境界を含む幅1  $\mu$  mの中のボロンの平均濃度は約 $1.5 \times 10^{15}$  atoms/cm<sup>3</sup>であり、外接する単結晶シリコン中のボロンの平均濃度（約 $2 \times 10^{15}$  atoms/cm<sup>3</sup>）以下の値に抑制されている。

すなわち、基板単結晶シリコン表面に付着したボロン量は所定のボロン濃度に対し殆ど影響を与えない程度に少なく、P B S膜中へこの界面から拡散するボロンもP B S膜形成時の膜中のボロン濃度にほとんど影響を与えないことが知られる。

（比較例4：従来の雰囲気下におけるP B S膜形成+ C V D処理）

従来の雰囲気下（ボロン濃度50～80 ng/m<sup>3</sup>）において、実施例2と同様の試料を用い、同一の条件にてP B S膜形成を行い、次にその従来の雰囲気下のまま、実施例2と同一の条件にてC V Dシリコン酸化物膜形成を行い、その後エピタキシャル膜成長を行った。裏面のC V Dシリコン酸化物膜を20% H F水溶液で溶解除去した後、試料中のボロン濃度の測定を実施例1と同様に行い、その結果を図9に示した。

図9から明らかなように、P B S膜中のボロン濃度はP B S膜と基板単結晶シリコンとの境界からの付着ボロンの拡散とC V Dシリコン酸化物膜とP B S膜との界面（図中深さ0  $\mu$  m）からの付着ボロンの拡散によって、図7及び図8と比較しておよそ1桁以上の高い値を示しており



PBS膜と基板単結晶シリコンとの境界を含む幅 $1\mu\text{m}$ の間のボロンの平均濃度(約 $4 \times 10^{15}\text{atoms/cm}^3$ )は外接する基板単結晶シリコン中のボロンの平均濃度(約 $1.5 \times 10^{15}\text{atoms/cm}^3$ )に対し、およそ $2.5 \times 10^{15}\text{atoms/cm}^3$ も増加している。

- 5      また、上記の実施例と比較例から明らかなように、雰囲気中のボロン濃度を $15\text{ng/m}^3$ 以下に抑制して形成したPBS膜中のボロン濃度は膜の少なくとも一部において $3 \times 10^{14}\text{atoms/cm}^3$ 以下であることが知られる。

        なお、図4～図9において、中央の縦線は界面で、界面の左側はPBS膜、右側は基板単結晶シリコンである。図7、図8及び図9において  
10      、符号120はエピタキシャル層成長工程でのボロンの拡散方向を示す。

        (比較例5)

        図11に示した従来のクリーンルーム空調設備(外調機ロールフィルタ：日本無機株式会社製AT-200-KS、外調機中性能フィルタ：  
15      日本無機株式会社製ASTC-56-95、空調機プレフィルタ：日本無機株式会社製DS-600-31-REA-20、空調機中性能フィルタ：日本無機株式会社製ASTC-56-95、クリーンルーム内ULPA：日本無機株式会社製NMO-320)を用い、外調機の風量 $7000\text{m}^3/\text{hr}$ でその圧力を大気圧に対し $10\sim20\text{mmH}_2\text{O}$ の加圧状態、空  
20      調機の風量 $37500\text{m}^3/\text{hr}$ でその圧力は大気圧に対し $15\sim25\text{mmH}_2\text{O}$ の加圧状態及びクリーンルームの室内圧を外部圧に対し $3.0\sim4.0\text{mmH}_2\text{O}$ 高い圧力に設定し、フィルタ前後のエア中のボロン濃度を実施例1と同様に測定し、表2に示した。

        表2の結果から明らかなごとく、従来設備によれば、フィルタ後のエア中のボロン濃度を $15\text{ng/m}^3$ 以下に制御することは不可能であった。なお、クリーンルーム内のパーティクルは0であった。さらに、このクリ  
25

クリーンルーム雰囲気中でウェーハ処理を行なったところ、ウェーハに吸着するボロン濃度を  $1 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  以下に低減することは不可能であった。

表 2

	フィルタ前エア中ボロン濃度 (ng/m <sup>3</sup> )	フィルタ後エア中ボロン濃度 (ng/m <sup>3</sup> )
外調機	10 ～ 30	10 ～ 30
空調機	20 ～ 50	30 ～ 60
天井	30 ～ 60	50 ～ 70
室内	—	50 ～ 80

## 5 (実験例 2)

実施例 2 と同様のシリコンウェーハに対して同様の条件で前洗浄を施した後、クリーンルーム（相対湿度：30～50%、温度：25℃±3℃、圧力：外部圧+3～5mmAq、ボロン濃度：60ng/m<sup>3</sup>）内に 2 時間放置した場合の放置時間とウェーハ表面のボロンの付着量の関係を SIMS  
10 （装置：IMS-4F、メーカー：仏カメカ社）を用いて調べ、図 12 に示した。図 12 から明らかなように、放置時間が 1 時間を越えると、ボロンの付着量が飽和状態となることを確認した。

## (実験例 3)

室内雰囲気中のボロン濃度を 5、10、30 及び 60 ng/m<sup>3</sup> の 4 段階に  
15 変化させた点を除いて実験例 2 の雰囲気と同一条件のクリーンルーム内に実験例 2 と同様のウェーハを 2 時間放置し、それぞれの場合のウェーハ表面のボロンの付着量 (atoms/cm<sup>2</sup>) を実験例 2 と同様に SIMS を用いて測定し、両者の間の関係を図 13 に示すように定量的に把握した。図 13 に明示されるように、環境雰囲気中のボロン濃度を 15 ng/m<sup>3</sup> 以下

とすれば、ウェーハ表面のボロン付着量が  $1 \times 10^{10}$  atoms/cm<sup>2</sup>以下に抑制されることがわかった。

5 以上の実施例および比較例ではボロンが比較的低濃度にドーブされたp型シリコンウェーハを用いたが、本発明はこれに限らずリンやヒ素、アンチモン等をドーブしたn型のシリコンウェーハでも本発明は有効である。

#### 産業上の利用可能性

10 以上述べたごとく、本発明のシリコンウェーハ及びシリコンエピタキシャルウェーハでは、表面、P B S膜、基板単結晶シリコン、P B S膜とC V Dシリコン酸化物膜、基板単結晶シリコンとエピタキシャル層との界面のボロン汚染量が所定濃度以下に抑制されているため、品質が安定し、デバイス特性に悪影響を与えることがないという効果が達成される。

15 本発明のシリコンウェーハの製造方法及びシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法によれば、本発明の品質の安定したシリコンウェーハ及びシリコンエピタキシャルウェーハを安価でかつ効率よく製造できる利点がある。

20 本発明の雰囲気調整設備及びクリーンルームによれば、雰囲気及びクリーンルーム雰囲気中のボロン濃度が所望濃度以下に制御されているので、ウェーハ上へのボロン付着を極めて低く抑えることができる。また、本発明のクリーンルーム用空調設備によれば、クリーンルーム雰囲気中のボロン濃度を大幅に低減することができ、ボロンによる汚染を抑制した各種のシリコンウェーハ、あるいはエピタキシャルウェーハを安定して生産できるという効果が達成される。

25

## 請 求 の 範 囲

1. 表面の付着ボロンの量が  $1 \times 10^{10}$  atoms/cm<sup>2</sup>以下であることを特徴とするシリコンウェーハ。
- 5 2. 深さ  $0.5 \mu\text{m}$  迄の表面層内におけるボロン濃度の該表面層直下のバルクシリコン中のボロンの濃度に対する増分が  $1 \times 10^{15}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下であることを特徴とするシリコンウェーハ。
3. 多結晶シリコン層と単結晶シリコン層の界面を含む幅  $1 \mu\text{m}$  の界面近傍層内におけるボロン濃度の該界面近傍層に外接するシリコン中のボロン濃度に対する増分が  $1 \times 10^{15}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下である多結晶層を一方の主面に有することを特徴とするシリコンウェーハ。
- 10 4. 単結晶シリコン基板の背面に多結晶シリコン層を有するシリコンエピタキシャルウェーハであって、基板の単結晶シリコンと多結晶シリコン層の界面を含む幅  $1 \mu\text{m}$  の界面近傍層内におけるボロン濃度の該近傍層に外接する基板シリコン中のボロン濃度に対する増分が  $1 \times 10^{15}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下であることを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハ。
- 15 5. CVDシリコン酸化物膜との界面近傍  $0.5 \mu\text{m}$  内の単結晶シリコン層中のボロン濃度の該層に接するバルクシリコン中のボロン濃度に対する増分が  $1 \times 10^{15}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下であるCVDシリコン酸化物膜を一方の主面に有することを特徴とするシリコンウェーハ。
- 20 6. 基板の背面にCVDシリコン酸化物膜を有するシリコンエピタキシャルウェーハであって、CVDシリコン酸化物膜との界面近傍  $0.5 \mu\text{m}$  内の単結晶シリコン基板中のボロン濃度の該層に接する基板シリコン中のボロン濃度に対する増分が  $1 \times 10^{15}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下であることを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハ。
- 25 7. 多結晶層の少なくとも一部におけるボロン濃度が  $5 \times 10^{14}$  atoms/cm<sup>3</sup>

以下である多結晶層を背面に有することを特徴とする請求項3記載のシリコンウェーハ。

8. 多結晶層の少なくとも一部におけるボロン濃度が  $5 \times 10^{14} \text{atoms/cm}^3$  以下である多結晶層を背面に有することを特徴とする請求項4記載のシリコンエピタキシャルウェーハ。

9. 単結晶シリコン層の一方の主面に多結晶シリコン層と該多結晶シリコン層上にCVDシリコン酸化物膜を有するシリコンウェーハであって、多結晶シリコン層と単結晶シリコン層の界面を含む幅  $1 \mu\text{m}$  の界面近傍層内におけるボロン濃度の該界面近傍層に外接するシリコン中のボロン濃度に対する増分が  $1 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  以下であり、シリコン酸化物膜と多結晶シリコン層との界面を含む幅  $0.5 \mu\text{m}$  の界面近傍多結晶シリコン層中のボロン濃度の該近傍多結晶シリコン層に外接する多結晶シリコン中のボロン濃度に対する増分が  $1 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  以下であることを特徴とするシリコンウェーハ。

10. 基板の背面に多結晶シリコン層と該多結晶シリコン層上にCVDシリコン酸化物膜を有するシリコンエピタキシャルウェーハであって、多結晶シリコン層と単結晶シリコン層の界面を含む幅  $1 \mu\text{m}$  の界面近傍層内におけるボロン濃度の該界面近傍層に外接するシリコン中のボロン濃度に対する増分が  $1 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  以下であり、シリコン酸化物膜と多結晶シリコン層との界面を含む幅  $0.5 \mu\text{m}$  の界面近傍多結晶シリコン層中のボロン濃度の該近傍多結晶シリコン層に外接する多結晶シリコン中のボロン濃度に対する増分が  $1 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  以下であることを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハ。

11. 単結晶シリコンバルク中のボロンの濃度が  $1 \times 10^{16} \text{atoms/cm}^3$  以下であることを特徴とする請求項1～3、5、7及び9のいずれか1項記載のシリコンウェーハ。

12. 基板中のボロンの濃度が  $1 \times 10^{16}$  atoms/cm<sup>3</sup> 以下であることを特徴とする請求項4、6、8及び10のいずれか1項記載のシリコンエピタキシャルウェーハ。

5 13. 請求項1～3、5、9及び11のいずれか1項記載のシリコンウェーハを製造するにあたり、ボロン濃度が15ng/m<sup>3</sup>以下の雰囲気で当該シリコンウェーハの処理、保管等の取り扱いを行うことを特徴とするシリコンウェーハの製造方法。

10 14. 請求項4、6、8、10及び12のいずれか1項記載のシリコンエピタキシャルウェーハを製造するにあたり、ボロン濃度が15ng/m<sup>3</sup>以下の雰囲気で当該シリコンエピタキシャルウェーハの処理、保管等の取り扱いを行うことを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。

15 15. 請求項3、7及び9のいずれか1項記載のシリコンウェーハを製造するにあたり、多結晶シリコン層の形成をボロン濃度が15ng/m<sup>3</sup>以下の雰囲気で行うことを特徴とするシリコンウェーハの製造方法。

16. 請求項4、8、10及び12のいずれか1項記載のシリコンエピタキシャルウェーハを製造するにあたり、多結晶シリコン層の形成をボロン濃度が15ng/m<sup>3</sup>以下の雰囲気で行うことを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。

20 17. 請求項5、9及び11のいずれか1項記載のシリコンウェーハを製造するにあたり、CVDシリコン酸化物膜の成膜をボロン濃度が15ng/m<sup>3</sup>以下の雰囲気で行うことを特徴とするシリコンウェーハの製造方法。

25 18. 請求項6、10及び12のいずれか1項記載のシリコンエピタキシャルウェーハを製造するにあたり、CVDシリコン酸化物膜の成膜をボロン濃度が15ng/m<sup>3</sup>以下の雰囲気で行うことを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。

19. 請求項3、7、9及び11のいずれか1項記載のシリコンウェーハを製造するにあたり、ボロンの付着量を $1 \times 10^{10}$  atoms/cm<sup>2</sup>以下に抑制した表面に多結晶層を形成することを特徴とするシリコンウェーハの製造方法。

- 5 20. 請求項4、8、10及び12のいずれか1項記載のシリコンエピタキシャルウェーハを製造するにあたり、ボロンの付着量を $1 \times 10^{10}$  atoms/cm<sup>2</sup>以下に抑制した表面に多結晶層を形成することを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。

- 10 21. 雰囲気中のボロン濃度を15ng/m<sup>3</sup>以下とすることを特徴とする雰囲気調整設備。

22. 雰囲気中のボロン濃度が15ng/m<sup>3</sup>以下であることを特徴とするクリーンルーム。

- 15 23. ボロンレスフィルタとボロン吸着フィルタを有する空調機と、ボロンレスフィルタを有する1または複数のウェーハ処理装置とを有し、雰囲気ガスが該空調機と該クリーンルームと該ウェーハ処理装置の間を循環するように構成されたことを特徴とするクリーンルーム用空調設備。

24. ボロンレスフィルタとボロン吸着フィルタを有することを特徴とする請求項23記載のクリーンルーム用空調設備。

- 20 25. ウェーハ処理装置の内圧がクリーンルーム内圧より高く、該クリーンルーム内圧が外部圧より高く調整されていることを特徴とする請求項23又は24記載のクリーンルーム用空調設備。

- 25 26. 請求項1～12のいずれか1項記載のウェーハを製造するにあたり、請求項23～25のいずれか記載のクリーンルーム用空調設備を用いて実施することを特徴とするウェーハの製造方法。

1 / 13

図 1

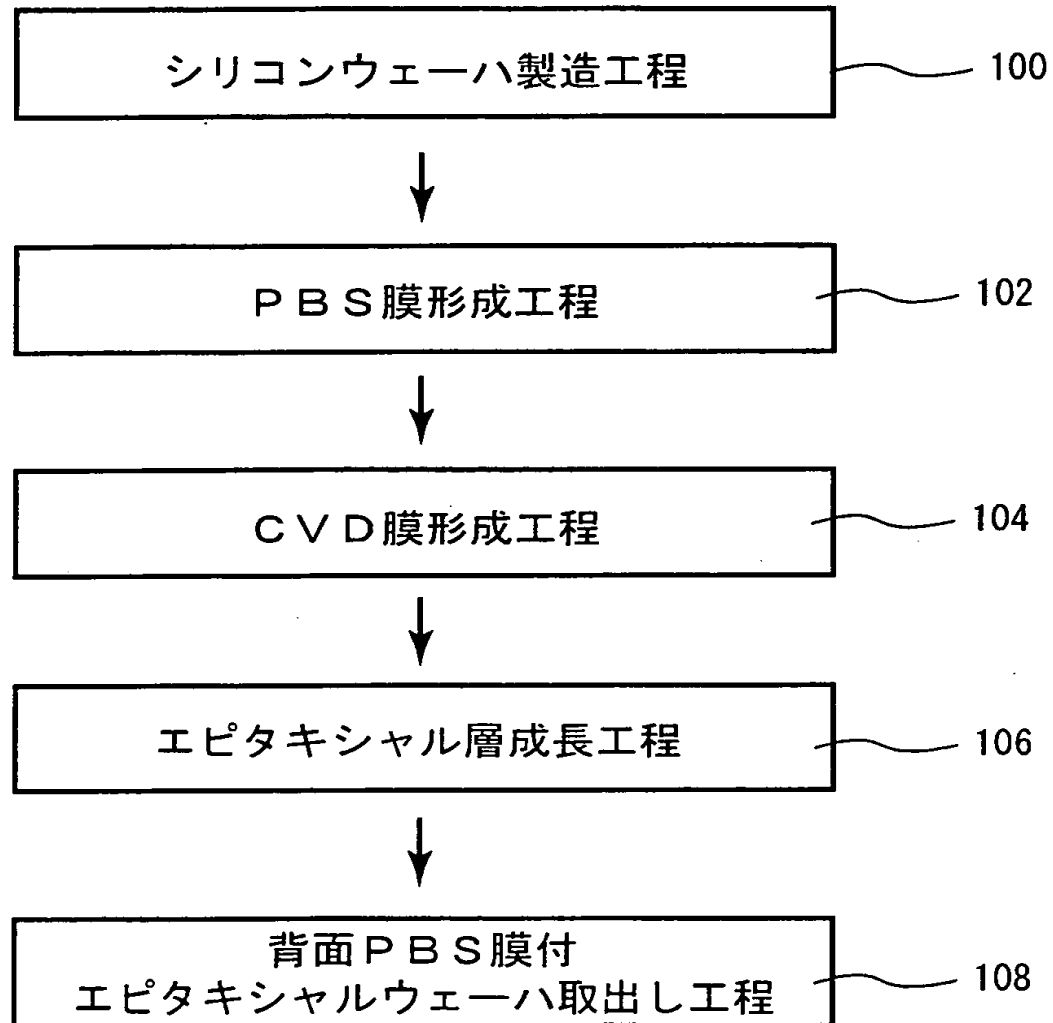




図 2

2 / 13

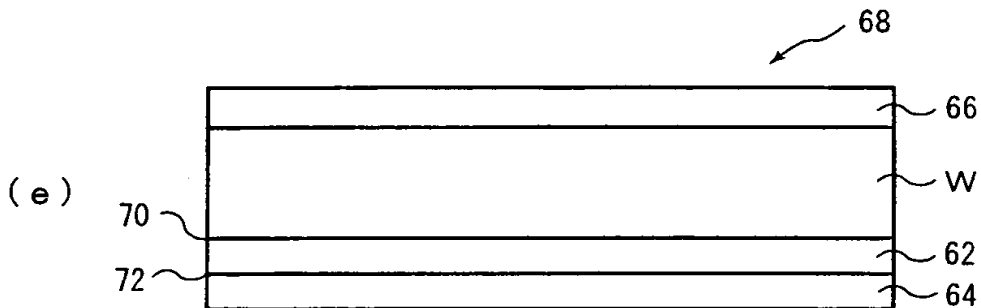
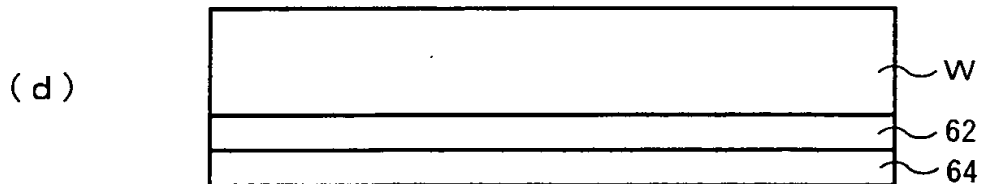
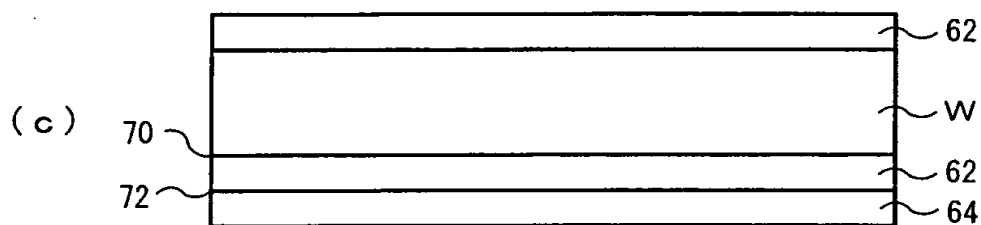
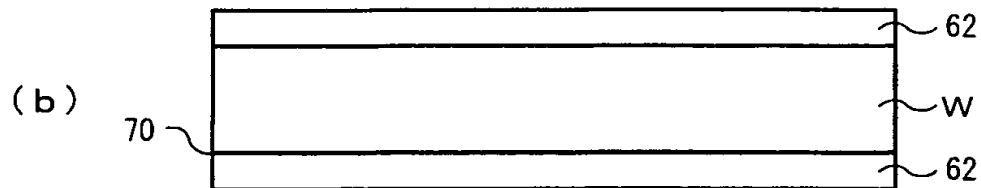
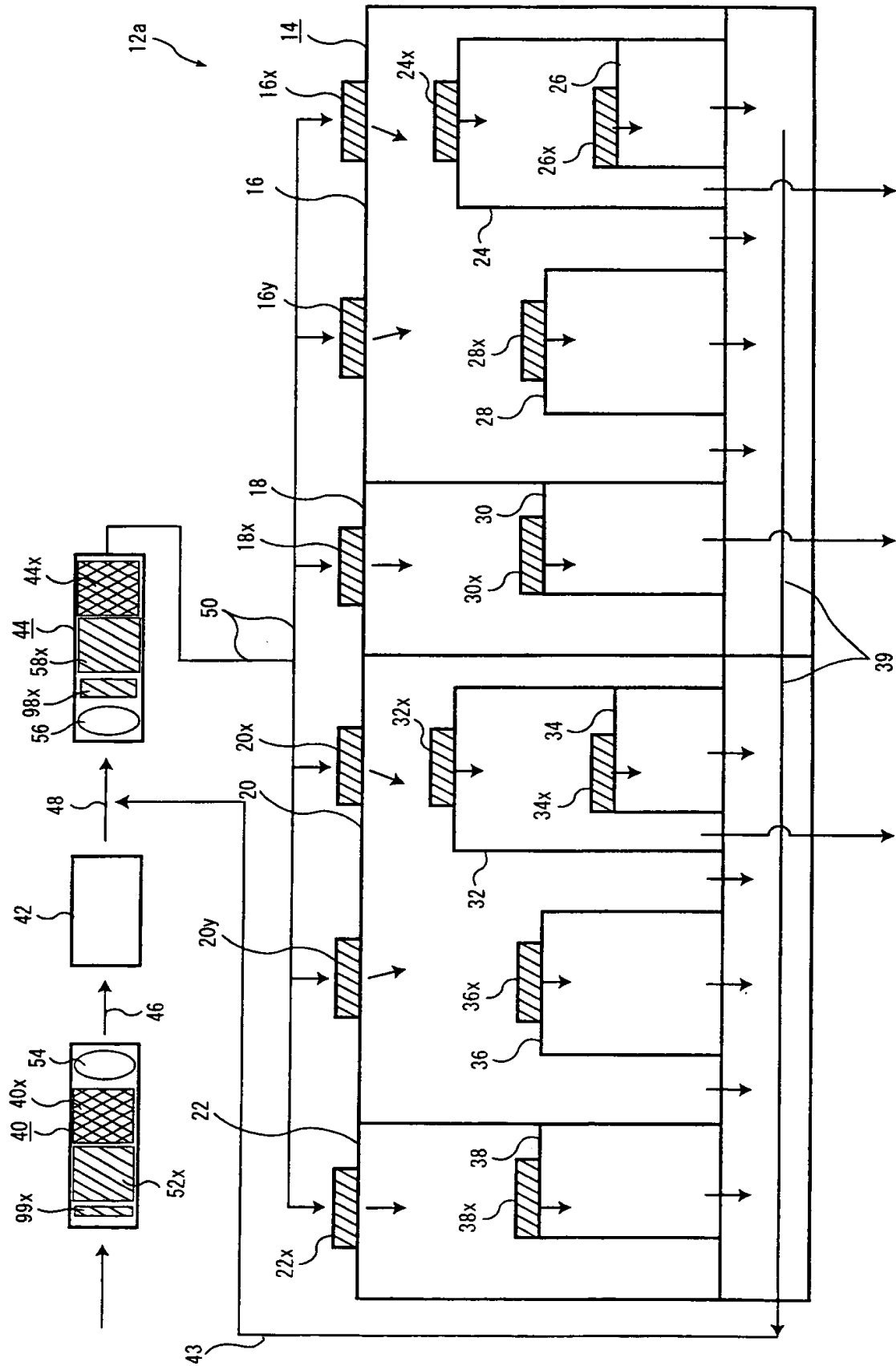


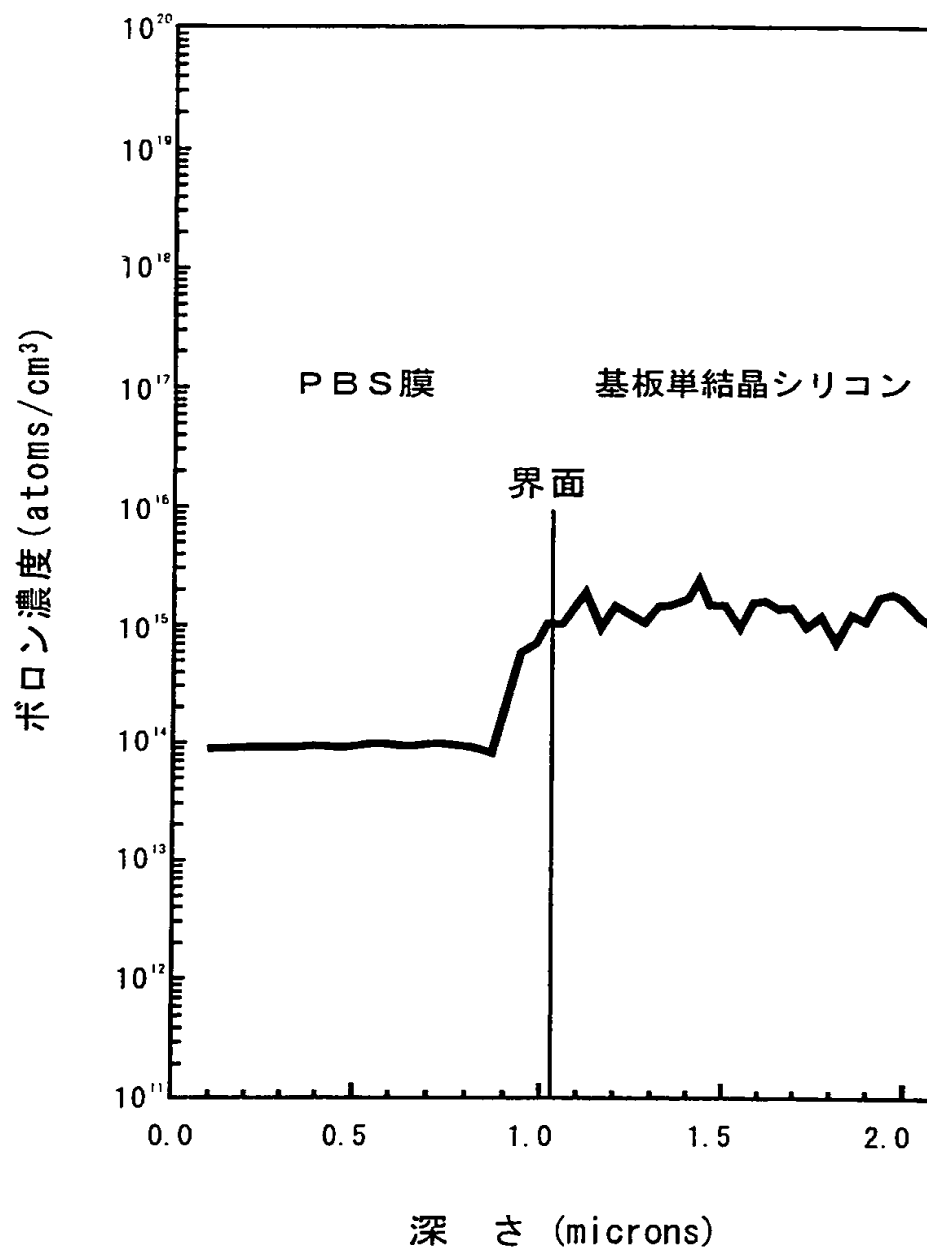
図 3

3 / 1 3



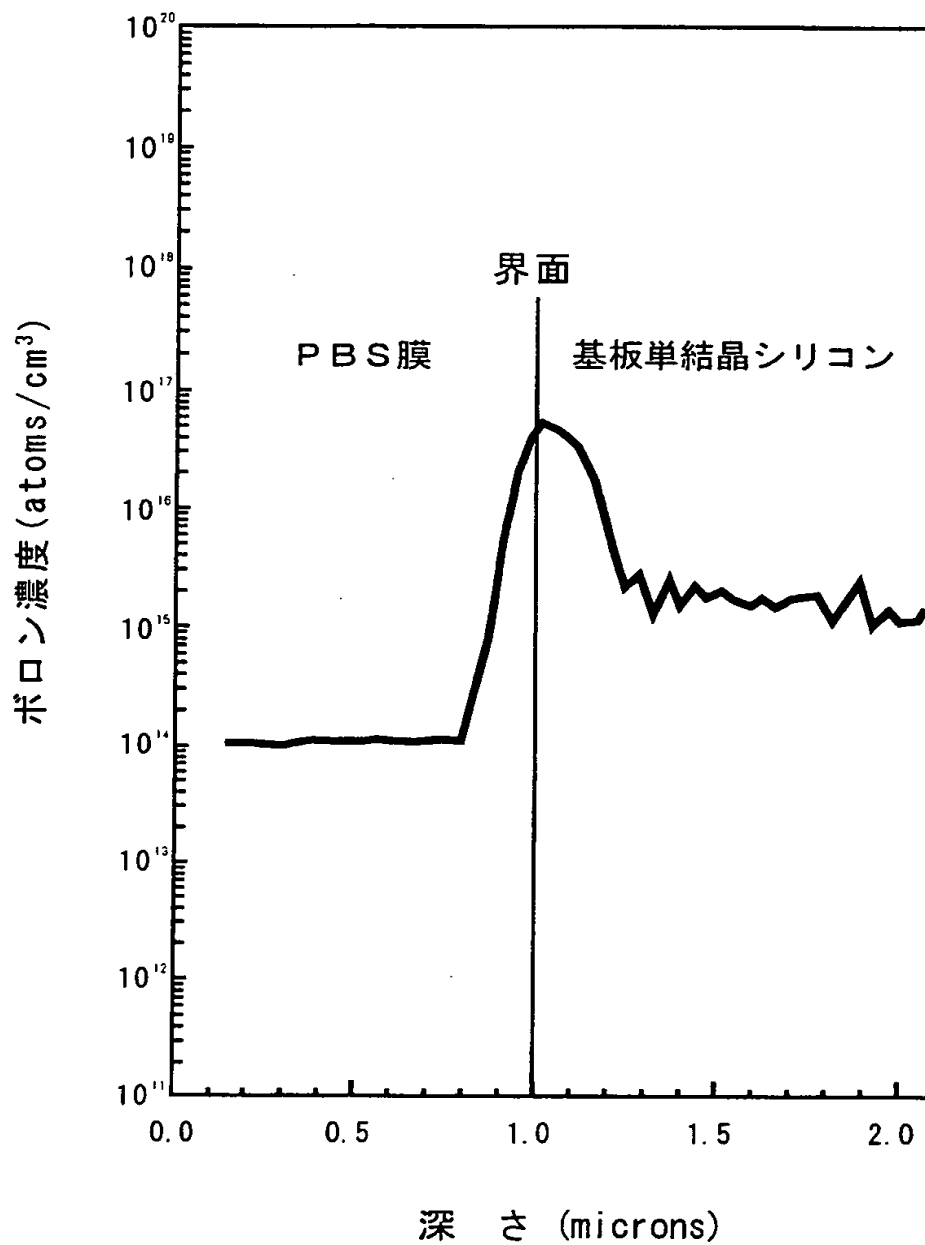
4 / 13

図 4



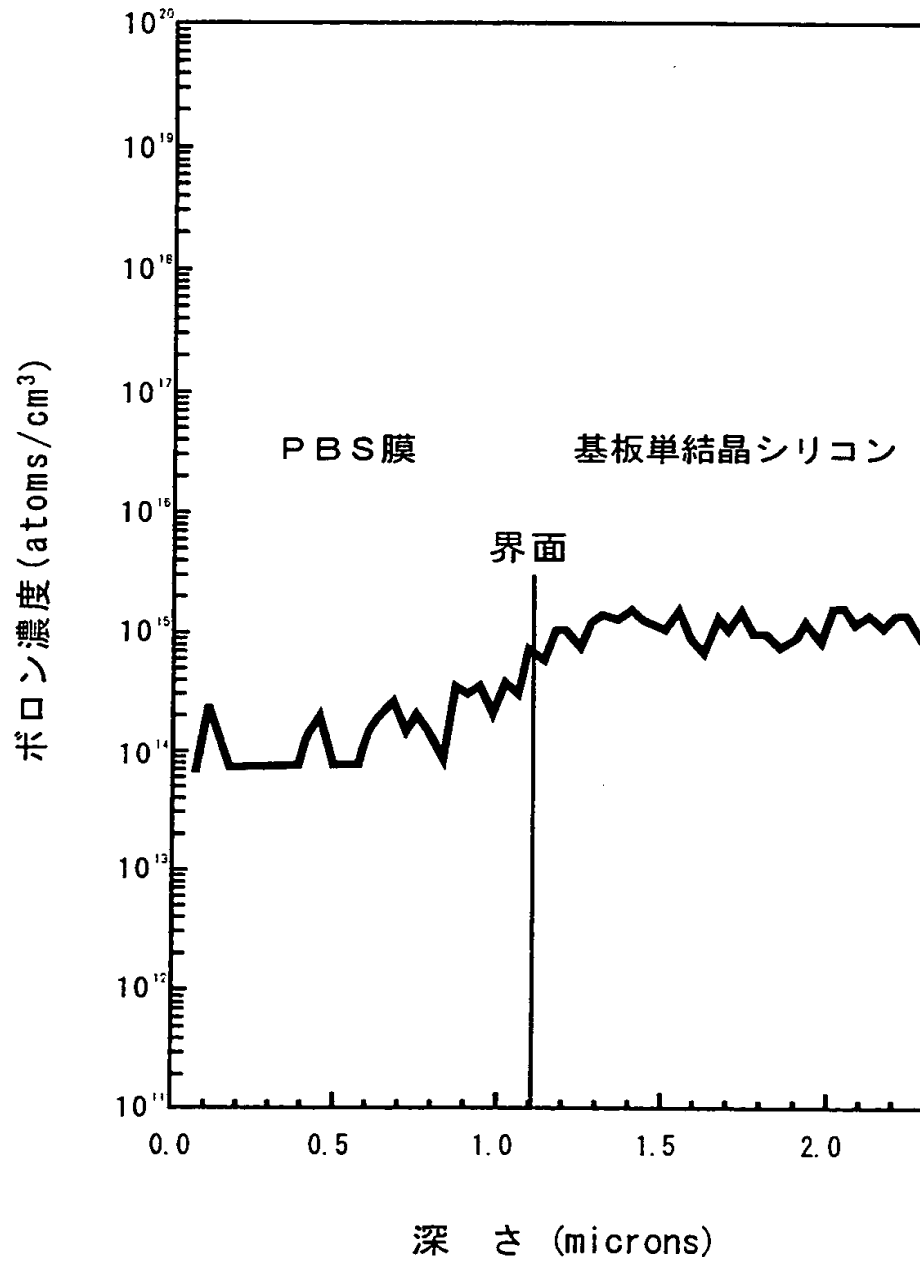
5 / 13

図 5



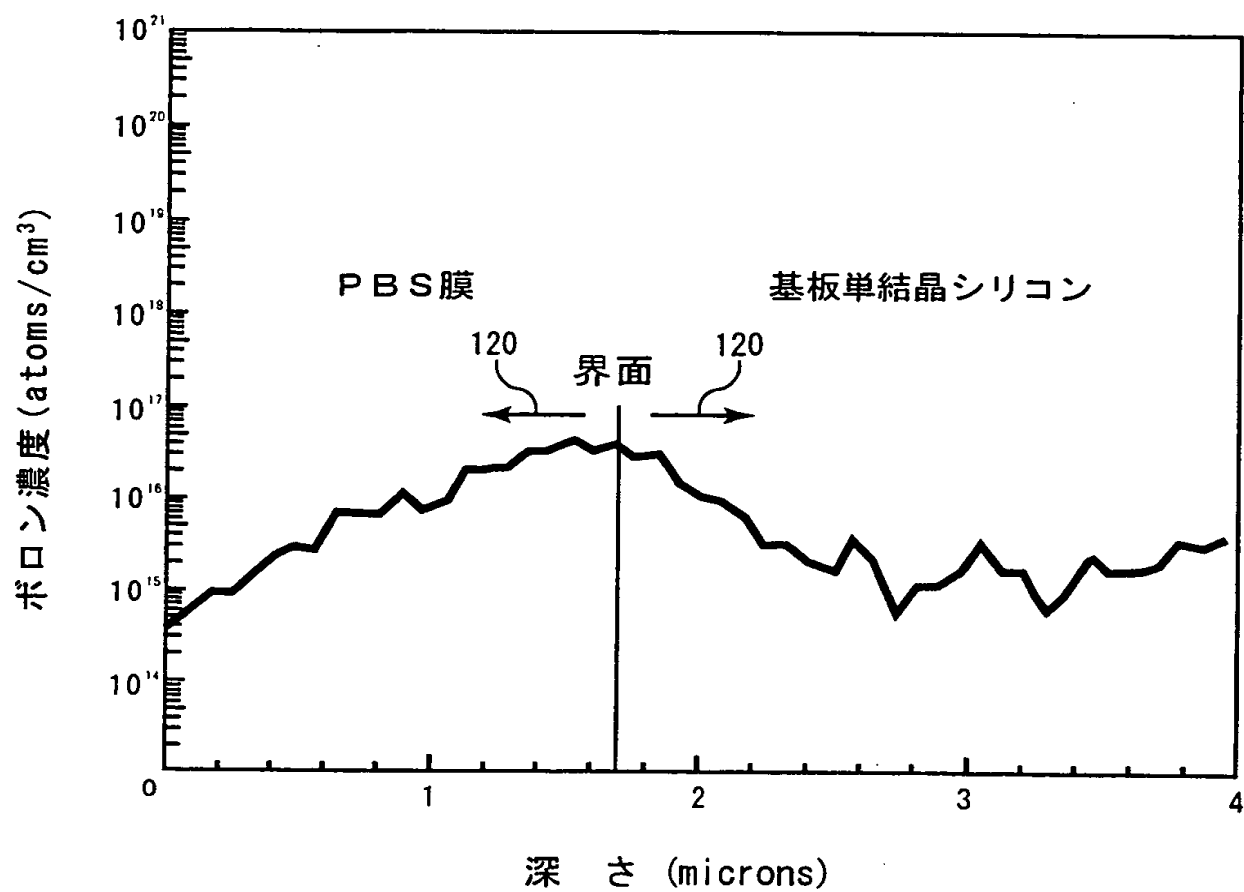
6 / 13

図 6



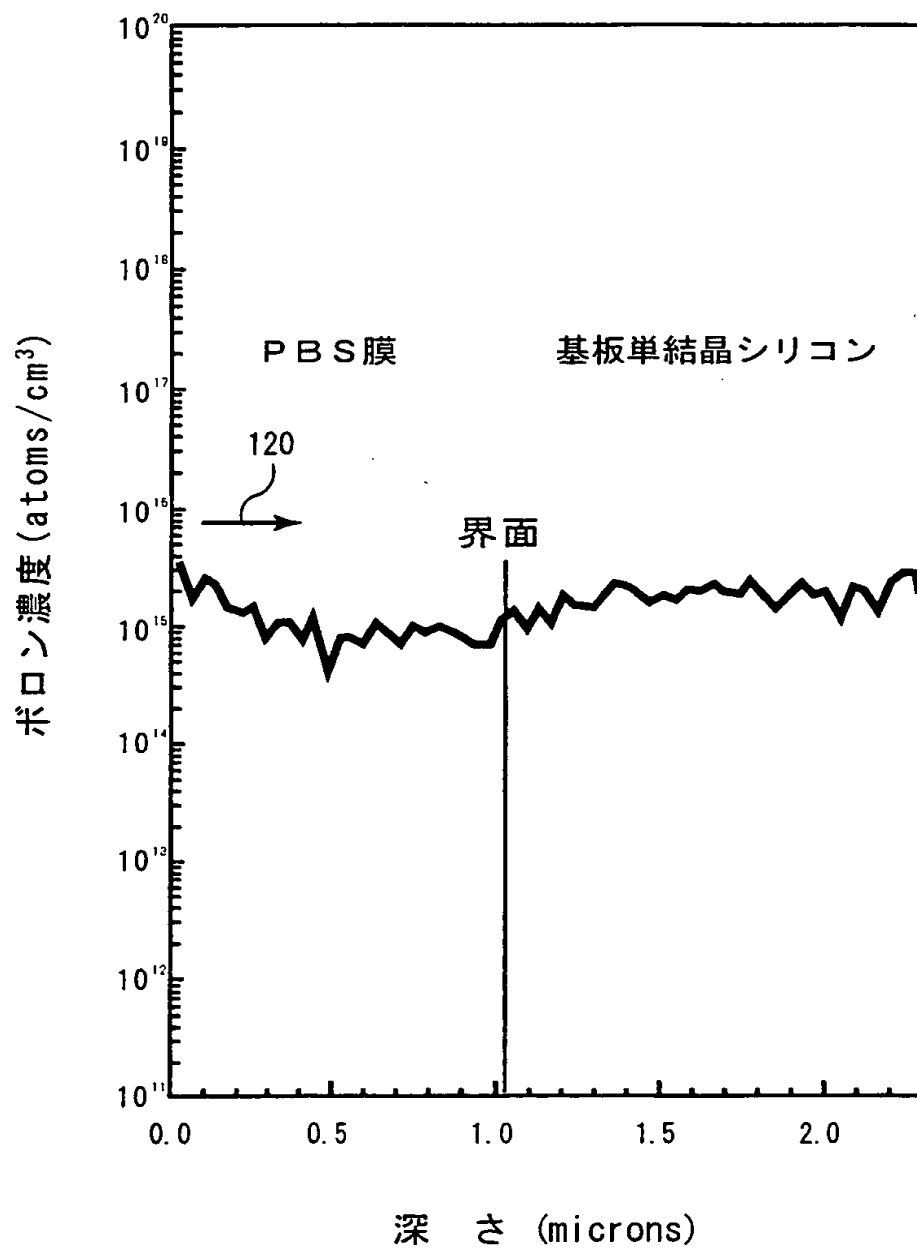
7 / 13

図 7



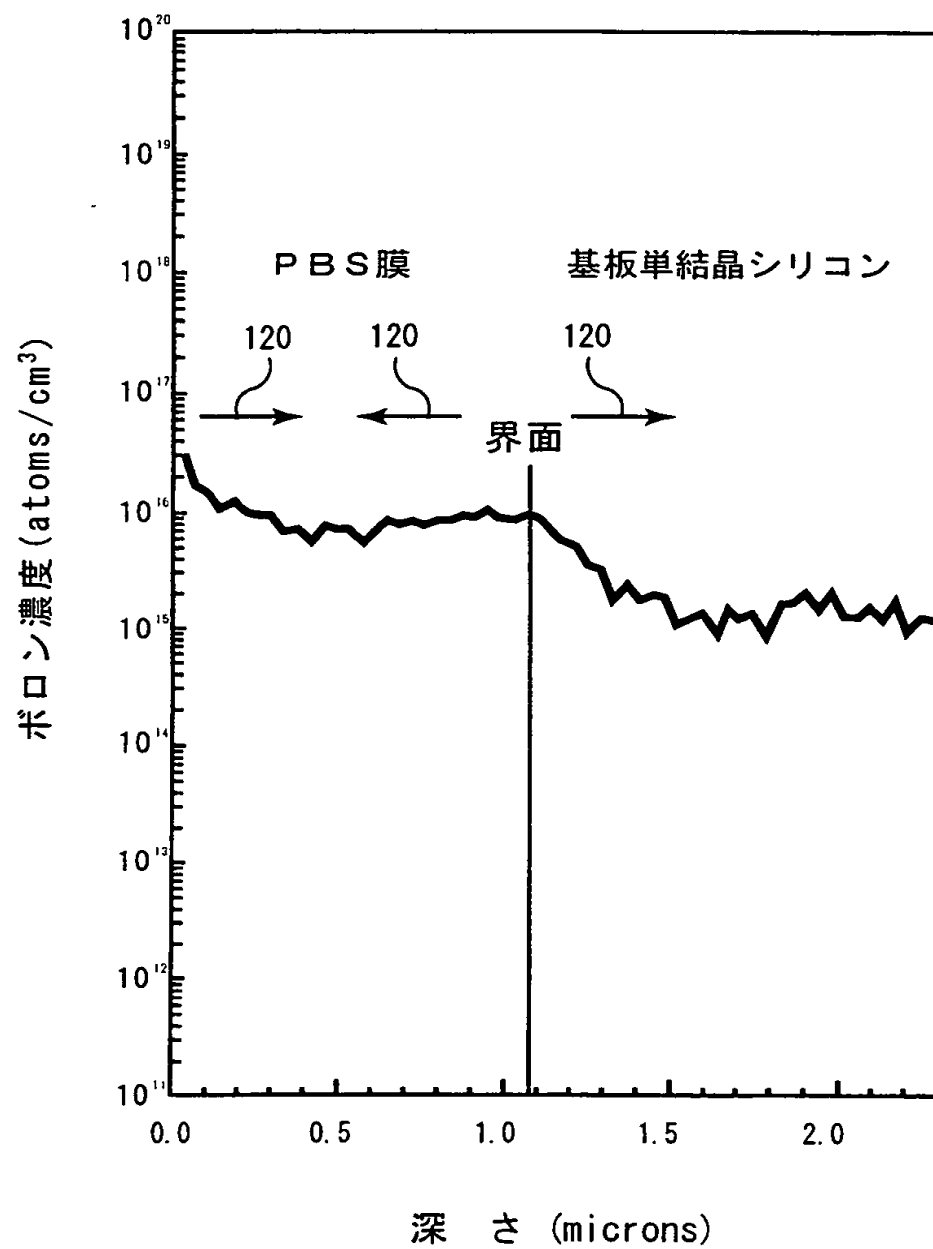
8 / 13

図 8



9 / 13

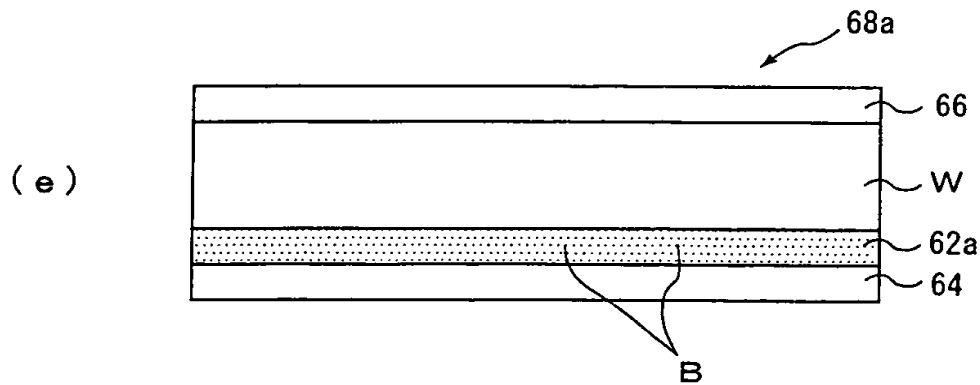
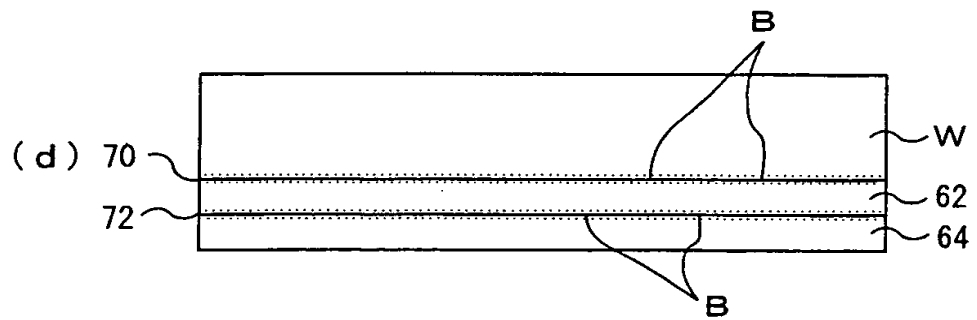
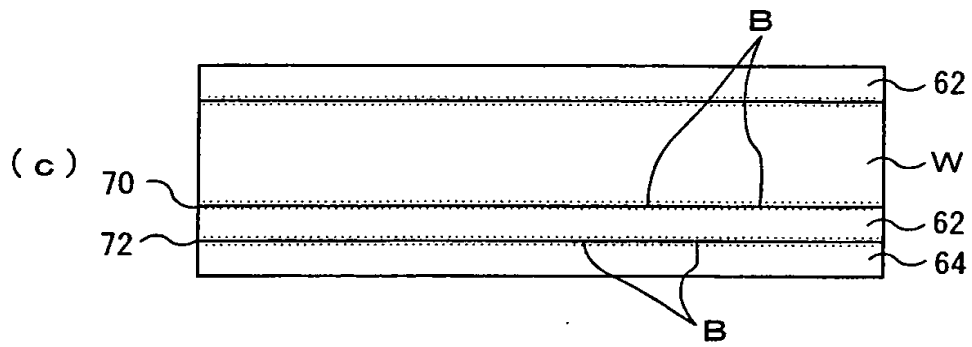
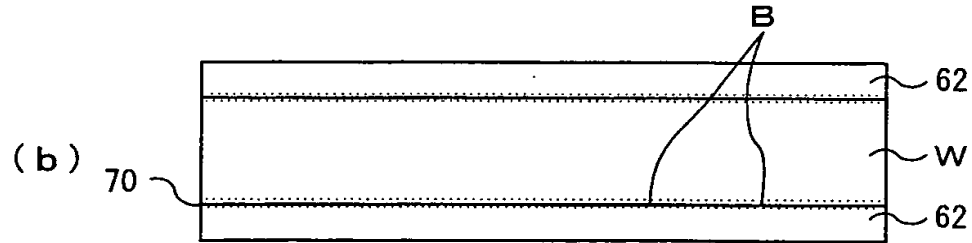
図 9





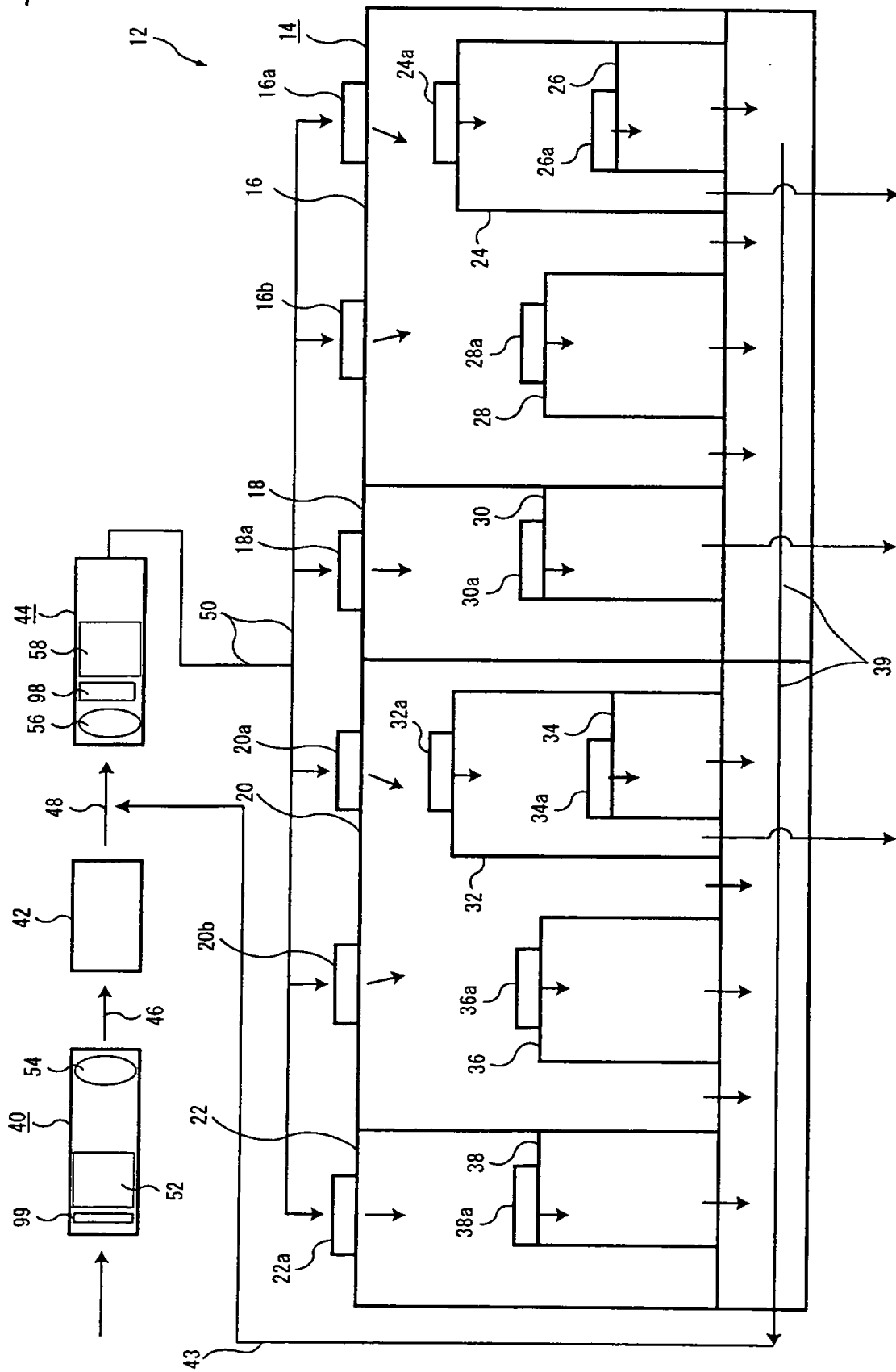
10/13

図 10



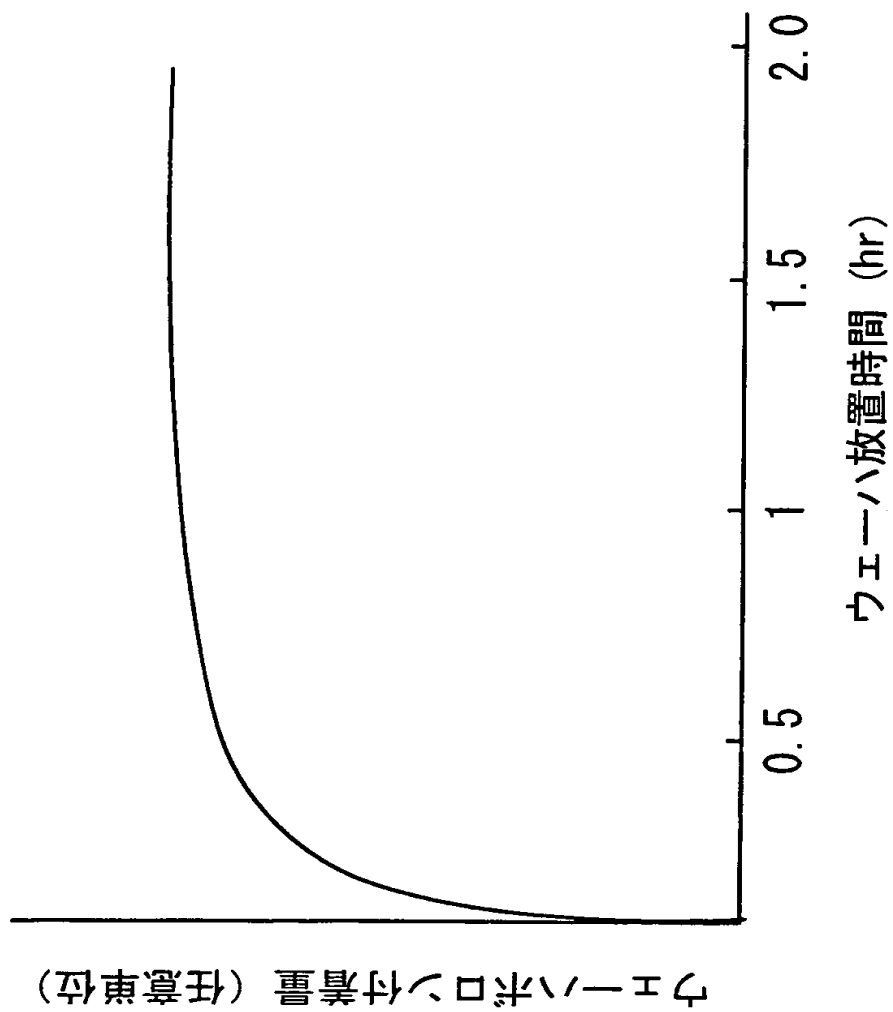
11 / 13

11



12 / 13

図 12



13 / 13

図 13

雰囲気中のボロン濃度とウェーハボロン付着量の関係図

